

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

І. С. Глушенкова

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І ЗАВДАННЯ

**до самостійної роботи та лабораторних і розрахунково-графічних робіт
з дисципліни «Геодезія».**

Модуль 1 Геодезичні вимірювання

(для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання напряму
підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»)

Харків
ХНАМГ
2010

Методичні вказівки і завдання до самостійної роботи та лабораторних і розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Геодезія». Модуль 1 «Геодезичні вимірювання» (для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання напрямку підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: І. С. Глушенкова. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 54 с.

Укладач: І. С. Глушенкова

Рецензенти: к.т.н., доцент Г. І. Коба

Рекомендовано кафедрою Геоінформаційних систем і геодезії,
протокол № 6 від 10 лютого 2009 р.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
<i>Лабораторна робота 1. Масштаби. Вимірювання на карті заданої лінії. Побудова лінії заданої довжини</i>	<i>5</i>
<i>Лабораторна робота 2. Умовні знаки. Читання топографічних карт і планів</i>	<i>10</i>
<i>Лабораторна робота 3. Орієнтування ліній місцевості. Визначення дирекційного кута і азимутів лінії, заданої на карті</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторна робота 4. Визначення прямокутних координат точок, заданих на плані. Побудова на плані точок за заданими прямокутними координатами</i>	<i>19</i>
<i>Лабораторна робота 5. Визначення прямокутних і геодезичних координат точок, заданих на карті. Побудова на карті точок за заданими координатами</i>	<i>23</i>
<i>Лабораторна робота 6 Пряма і зворотна геодезична задача</i>	<i>26</i>
<i>Лабораторна робота 7. Зображення рельєфу на топографічних картах. Визначення висоти точки. Побудова на карті точки за заданою висотою</i>	<i>29</i>
<i>Лабораторна робота 8. Визначення ухилу. Побудова на карті лінії із заданим ухилом</i>	<i>31</i>
<i>Лабораторна робота 9. Побудова профілю місцевості за заданим напрямком</i>	<i>34</i>
<i>Лабораторна робота 10. Визначення геодезичних координат кутів аркуша карти заданої номенклатури</i>	<i>35</i>
<i>Лабораторна робота 11. Визначення номенклатури аркуша карти заданого масштабу за геодезичними координатами точки</i>	<i>41</i>
ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ 1	43
ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ 2	45
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	45
ДОДАТКИ	46

ВСТУП

Дисципліна «Геодезія» є нормативною дисципліною професійного спрямування для студентів напрямів підготовки 0709 «Геодезія, картографія та землевпорядкування», 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» спеціальності 6.070900 «Геоінформаційні системи і технології».

Вона є базовою для подальшого вивчення більш вузьких дисциплін підготовки фахівців цього напрямку.

Вивчення курсу геодезії розраховано на чотири семестри і складається з чотирьох модулів, кожен з яких, у свою чергу, складається з двох змістових модулів.

Методичні вказівки і завдання до самостійної роботи, лабораторних і розрахунково-графічних робіт відповідають програмі змістового модулю 1.1 «Геодезичні системи відліку, графічні моделі земної поверхні».

Методичні вказівки містять завдання до лабораторних і розрахунково-графічних робіт. До кожної лабораторної роботи наведено вказівки з виконання завдань з прикладами, а також дається посилання на додаткову літературу для самостійної роботи.

Основним завданням, яке повинно бути вирішено при виконанні лабораторних робіт змістового модуля «Геодезичні системи відліку, графічні моделі земної поверхні», є закріплення та використання на практиці теоретичних знань, формування у студентів навичок роботи з планами й картами, вміння читати карту й розв'язувати різноманітні задачі, які постають на виробництві перед фахівцями з геодезії, картографії та землеустрою.

Лабораторна робота 1

Масштаби. Вимірювання на карті й плані заданої лінії. Побудова лінії заданої довжини

Мета роботи: вивчити масштаб і форми його відображення, навчитись розраховувати точність масштабу, вимірювати й відкладати довжини ліній на планах і картах.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 88-92).

Приналежності: геодезичний транспортир з поперечним масштабом, вимірювач, топографічна карта масштабу 1 : 10 000, топографічний план масштабу 1 : 2 000.

Завдання 1. За допомогою поперечного масштабу визначити відстань між двома заданими точками на плані масштабу: 1:10 000, який додається.

Перша точка	Друга точка	Розрахунок	Відстань,м

Завдання 2. За допомогою поперечного масштабу побудувати лінію заданої довжини в заданому масштабі.

Масштаб	Довжина, м	Побудована лінія
1:500	8,5+2,1N	
1:1 000	61,4+1,5N	
1:2 000	82,4+3,2N	
1:5 000	160,6+8,0N	

Завдання 3. За допомогою поперечного масштабу визначити відстань між двома заданими точками на плані масштабу: 1:2 000, який додається.

Перша точка	Друга точка	Розрахунок	Відстань,м

Завдання 4. Для масштабів, наведених у завданні 2, визначити графічну точність масштабу. Зробити висновок щодо залежності графічної точності від величини знаменника масштабу.

Вказівки по виконанню завдань. На геодезичних кресленнях, планах і картах всі предмети місцевості зображують зі значним зменшенням проти їх дійсних розмірів.

Слід пам'ятати, що для отримання плану або карти місцевості фізичну поверхню землі проектують на рівневу поверхню, тобто на поверхню сфери. Тому під дійсними розмірами, натуральними розмірами або натурою розуміють не розміри на фізичній поверхні землі, а розміри (довжини ліній, площі, кути) в її проекції на рівневу поверхню. На плані це зменшення буде одним і тим же для всієї його площі. На картах ступінь зменшення зображених на них предметів різниться для різних частин карти.

Ступінь зменшення довжин ліній натури, прийнята при отриманні зображення, називається *масштабом зображення*.

Ступінь зменшення ліній на плані (карті) відносно горизонтальних проекцій відповідних ліній місцевості називається *масштабом плану (карти)*.

Масштаб – відношення довжини відрізка на плані (карті) до горизонтальної проекції цього ж відрізка на місцевості.

Масштаб зображення характеризується відношенням довжини якого-небудь відрізка на зображенні до відповідного йому відрізка в натурі (на місцевості).

Масштаб виражають, для зображення поверхні Землі, правильним дробом. Цьому дробу завжди дають єдиний вигляд, а саме – чисельник дробу повинен дорівнювати одиниці; знаменник при цьому буде показувати, в скільки разів лінії місцевості зменшено при складанні плоского зображення земної поверхні. Знаменник цього дробу *M* називають *знаменником масштабу*. Масштаб, зображений правильним дробом, називають *чисельним*. Чисельний масштаб показує відношення довжини лінії, взятої на карті, до довжини відповідної лінії місцевості:

$$\frac{1}{M} = \frac{d}{D},$$

де *d* - довжина відрізка на плані (карті);

D - довжина відповідного відрізка на місцевості.

Довжини ліній на плані (карті) й місцевості повинні бути виражені в одних і тих же одиницях, наприклад, в сантиметрах.

Чим більший знаменник чисельного масштабу карти (плану), тим менші зображення предметів у порівнянні з їх дійсними розмірами. Тому, порівнюючи різні масштаби, більшим називають той, в якого менший знаменник, а більш дрібним, - в якого знаменник більший.

Масштаб 1 : 10 000 можна записати – в одному сантиметрі сто метрів. У цьому разі він називається іменованим.

Приклад. Ми маємо зображення масштабу 1 : 100. Це означає, що одному сантиметру зображення відповідає сто сантиметрів місцевості, тобто один метр. При масштабі 1 : 100 000 одному сантиметру зображення відповідає 100 000 сантиметрів натури, тобто відрізок довжиною в один кілометр. На цьому прикладі видно, що два таких зображення будуть мати зовсім різні якості, різну детальність зображення і різну точність.

Приклад. На карті виміряно відрізок довжиною в 2,13 см. На місцевості цьому відрізку відповідає відстань в 532,50 м. Потрібно визначити масштаб карти.

Щоб вирахувати зменшення, прийняте при складанні плану, потрібно 2,13 см поділити на 53 250,00 см. Отримаємо дріб

$$\frac{1}{M} = \frac{2,13}{53250,00} = \frac{1}{25000}.$$

Приклад. Потрібно побудувати на плані масштабу 1 : 1 000 відрізок, який відповідає відрізку на місцевості довжиною 84,37 м.

Одному сантиметру на плані в масштабі 1 : 1 000 відповідає 10 м на місцевості, а одному міліметру – 1 м:

$$d = \frac{D}{M} = \frac{84370_{мм}}{1000} = 84,37_{мм}.$$

Відрізок довжиною 84,37 м на місцевості, на плані масштабу 1 : 1 000 відповідає відрізок довжиною 84,37 мм, або заокруглений 84,4 мм.

Приклад. Потрібно визначити, якій кількості метрів на місцевості відповідає лінія, довжина якої на плані масштабу 1 : 5 000 складає 235,8 мм.

Складаємо пропорцію:

10 мм на плані	-	50 метрів на місцевості,
235,8 мм	-	x м.

Внаслідок розв'язання отримаємо

$$x = \frac{235,8_{мм} \cdot 50_{м}}{10_{мм}} = 1179,0_{м}$$

Приклад. Відстань між двома точками на карті масштабу 1 : 2 000 складає $l = 56,4 \text{ мм}$. Визначити довжину горизонтального прокладення d відповідної лінії на місцевості. Вирахування виконують за формулою

$$d = l \cdot M ,$$

де M - знаменник чисельного масштабу, який показує, у скільки разів лінії місцевості зменшені при їх зображенні на карті:

$$d = 56,4 \text{ мм} \cdot 2000 = 112800 \text{ мм} = 112,8 \text{ м} .$$

Для безпосереднього визначення довжин відрізків на планах (картах) користуються графічними зображеннями масштабу: лінійним і поперечним.

Графіки *лінійних масштабів* будуть наступним чином. На прямій лінії від якоїсь точки 0 відкладають праворуч послідовно декілька відрізків довжиною 1 см. Ліворуч від точки 0 відкладають ще один такий відрізок і ділять його на десять рівних частин. Підписують сантиметрові поділки значеннями відповідних відрізків на місцевості для даного масштабу.

Один відрізок називається основою масштабу. Для масштабу 1 : 1 000 основа масштабу, яка дорівнює 1 см, відповідає 10 м на місцевості.

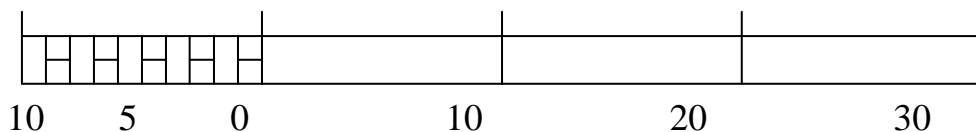


Рис. 1 - Лінійний масштаб

Приклад користування лінійним масштабом. На плані масштабу 1 : 1 000 потрібно побудувати відрізок довжиною 24 м.

Становимо праву ніжку вимірювача на штрих з позначкою «20», а ліву – на четвертий штрих ліворуч від підпису «0». У розхилі вимірювача буде 24 м.

Зворотне завдання – визначення за допомогою лінійного масштабу довжини лінії, взятої з плану масштабу 1 : 1 000.

Встановлюємо ніжки вимірювача на дві точки плану, відстань між якими потрібно визначити. Не змінюючи розхилу вимірювача, переносимо його на масштаб так, щоб права ніжка стала на один із штрихів праворуч від підпису «0», а ліва попала на крайній ліворуч сантиметр масштабу. Сума відліків по правій і лівій ніжках вимірювача і є шукана довжина відрізка.

За вищенаведеним лінійним масштабом можна безпосередньо брати довжину з точністю до 1 м, а десяті частки метра оцінюють на око.

Найменша величина, яку можна взяти за масштабом безпосередньо, має назву найменшої поділки масштабу, а відповідна їй відстань на місцевості – точність масштабу. Точність масштабу залежить від значення масштабу і способу його побудови. Точність масштабу не слід змішувати з граничною точністю масштабу, яка відповідає роздільній здатності ока. Незалежно від способу побудови масштабу, на плані (карті) ми розрізняємо і здатні оцінити тільки 0,1 мм. Таким чином, гранична точність масштабу не залежить від побудови масштабу, вона завжди дорівнює 0,1 мм. Більш складний графічний масштаб називається поперечним. Його будують наступним чином. На прямій лінії AB відкладають декілька разів відрізки, які дорівнюють основі масштабу. Число відкладених відрізків повинно бути таким, щоб загальна довжина масштабу відповідала найбільшому розхилу простого вимірювача, тобто 10 – 12 см. На стандартних масштабах основа завжди дорівнює двом сантиметрам. У точках відкладень A, B, C, D, E будують перпендикуляри до лінії AB . На двох крайніх перпендикулярах AK і EM відкладаємо від лінії AB униз десять рівних відрізків. Відповідно відкладені точки поєднують тонкими прямими лініями. У результаті є одинадцять паралельних прямих, які відстоять на рівних відстанях одна від одної. Лівий відрізок основи KO теж ділять на десять рівних частин. Точку O поєднують з точкою P і через всі інші точки проводять паралельні OP лінії.

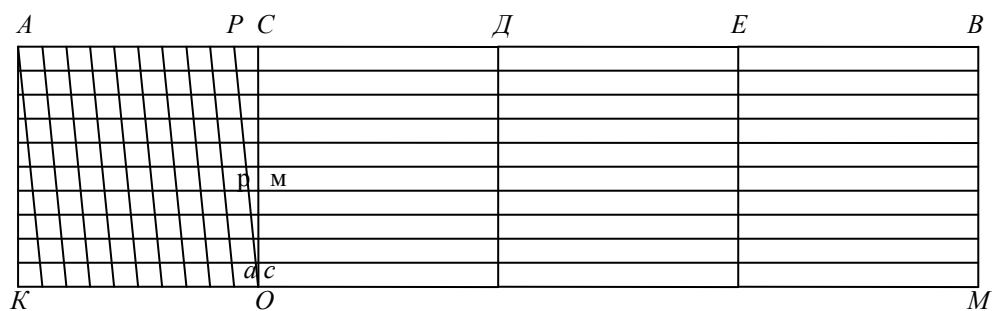


Рис. 2 - Поперечний масштаб

Лінія PO утворює з вертикальною прямою CO трикутник PCO , в якому лінії ac, pm та інші, паралельні основі, проведені через рівні проміжки по висоті трикутника OC . Відрізок PC складає одну десятку частку основи масштабу AC . З подібності трикутників acO та PCO виходить, що ac складає одну десятку частку PC , тобто одну соту частку основи масштабу AC . Разом з тим відрізок ac є найменша поділка масштабу. Таким чином, найменша поділка масштабу в даному випадку складає одну соту частину його основи.

Лабораторна робота 2

Умовні знаки. Читання топографічних карт і планів

Мета роботи: вивчити умовні знаки, ознайомитись з оформленням топографічних планів і карт, навчитись читати карту.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 85-88)

Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів, 2001. - 255с.

Приналежності: комплект навчальних карт і планів різних масштабів, Умовні знаки.

Завдання 1: Використовуючи топографічну карту У-34-37-В-в-4 масштабу 1 : 10 000 дати топографічний опис місцевості по маршруту згідно із своїм варіантом (табл. 1).

Завдання 2: Накреслити відповідні умовні знаки в таблиці згідно з умовними знаками для масштабу 1 : 500.

Таблиця 1 – Варіанти індивідуальних завдань по аркушу топографічної карти У – 34 – 37 – В – в – 4.

Варіант	Напрям маршруту
1	Від села Сидорово (64 10) до селища Новий (64 12)
2	Від радгоспу Беличи (65 11) до селища Новий (54 12)
3	Від селища Вороново (66 12) до селища Добриніне (66 14)
4	Від селища Михалине (68 11) до селища Воронове (66 12)
5	Від селища Воронове (66 12) до радгоспу Беличи (65 11)
6	Від міста Снов (64 13) до МТМ (65 14)
7	Від селища Добриніне (66 14) до МТМ (65 14)
8	Від радгоспу Беличи (65 11) до МТМ (65 14)
9	Від селища Воронове (66 12) до цегляного заводу (66 13)
10	Від селища Воронове (66 12) до млину (66 13)
11	Від селища Добриніне (66 14) до кам'яно-вугільних шахт (67 14)
12	Від кам'яно-вугільних шахт (67 14) до річки Соть (68 14)
13	Від села Сидорово (64 10) до млину (66 10)
14	Від селища Михалине (68 11) до млину (66 10)
15	Від МТМ (65 14) до млину (66 13)
16	Від селища Михалине (68 11) до гори Михалинської (68 12)
17	Від радгоспу Беличи (65 11) до гори Малиновської (64 11)
18	Від джерела (64 11) до ставка в селі Сидорово (64 10)
19	Від мереостанції (64 13) до озера Чорного (65 13)

Продовження таблиці 1.

Варіант	Напрямок маршруту
20	Від гори Михалинської (68 12) до річки Соть (68 14)
21	Від кам'яного кар'єру (66 13) до міста Кам'яногорськ (67 14)
22	Від лісництва (67 13) до кам'яно-вугільних шахт (67 14)
23	Від цегляного заводу (66 13) до млину (66 13)
24	Від селища Михалине (68 11) до мосту через яр (67 12)
25	Від борошномельного заводу (65 11) до лісництва (66 11)
26	Від борошномельного заводу (65 11) до піщаного кар'єру (64 12)
27	Від МТМ (65 14) до джерела Білого (65 13)
28	Від гори Михалинської (68 12) до гори Кар'єрної (67 13)
29	Від селища Воронове (66 12) до залізничного роз'їзду (66 14)
30	Від МТМ (65 14) до водонапірної вежі (66 14)

Вказівки з виконання завдань. Топографічні плани і карти є об'єктивним відображенням Земної поверхні, графічним описом її ситуації і рельєфу. Вони містять великий обсяг інформації про природні умови і особливості соціально-економічного розвитку країни.

Форми рельєфу і характер рослинності, гідрографія і дорожня мережа, сировинні й паливно-енергетичні ресурси, населені пункти й промислові підприємства - все, що складає зміст топографічних матеріалів, дає спеціалісту повне уявлення про місцеві умови району. З урахуванням цих умов йому належить вибрати оптимальний варіант рішення, яке приймається при проектуванні будівельного комплексу, прискоренні соціально-економічного розвитку району, охороні природи і раціональному використанні її ресурсів.

Карти і плани слугують топографічною основою, необхідною при вирішенні різних завдань.

Зміст карт і планів являє собою графічні символи - умовні знаки, які зовнішньо нагадують форму відповідних елементів ситуації. Наочність умовних знаків розкриває характер, смисловий зміст зображених предметів, дає можливість читати топографічні матеріали.

Читати карту, план - означає розуміти їх зміст, зображений умовними знаками, вміти описати його своїми словами.

Умовні знаки поділяють на площинні, лінійні й позамасштабні.

Площинні умовні знаки застосовують для заповнення площ об'єктів, розміри яких виражаються в масштабі карти або плану і обмежуються контурами, тобто зовнішніми обрисами (сільськогосподарські й природні

угіддя: рілля, ліси, сіножаті, чагарники, пасовища, сади, городи і т.н.). Контури об'єктів показують точковим пунктиром, а внутрішній зміст відображають умовними знаками.

Лінійні умовні знаки застосовують для зображення об'єктів лінійного виду, довжину яких виражають в масштабі карти (дорожня мережа, лінії зв'язку та електромережі, неширокі річки і т.н.). Ширину таких об'єктів виразити в масштабі карти не можна.

Позамасштабні умовні знаки застосовують для зображення місцевих предметів, які не можна відобразити в масштабі карти (їх розміри менші за точність масштабу), але вони мають значення орієнтирів: мости, колодязі, джерела, стовпи, дерева, які стоять окремо і т.н. Геодезичні пункти також повинні бути показані на карті.

До позамасштабних відносять умовні знаки, які визначають місцеположення об'єктів, відображають їх характер і призначення, але по цих знаках не можна визначити розміри об'єктів.

Положенню об'єктів, показаних позамасштабними знаками, на місцевості відповідають:

- для знаків правильної форми (круга, квадрата, трикутника) - центр знаку;
- для знаків у вигляді перспективного зображення об'єкту (вітрильний млин, каплиця) - середина основи знаку,
- для знаків з прямим кутом у основи (окреме дерево, стовп) - вершина кута;
- для знаків у вигляді сполучення декількох фігур - центр нижньої з них.

Пояснювальні надписи являють собою цифрові дані, які характеризують елементи ситуації: габарити і вантажопідйомність мостів, швидкість і напрямок течії водотоків, основну породу дерев лісових угідь, гущину лісу і середній розмір дерев, ширину шосейних доріг. Пояснювальні надписи супроводжують площинні, лінійні й позамасштабні умовні знаки.

На картах різного масштабу один і той же об'єкт може бути зображений умовним знаком різного типу. Наприклад, для зображення будинку на плані крупного масштабу застосовують площинний умовний знак, а на карті більш дрібного масштабу - позамасштабний.

Залізниця й автомобільні шляхи, міські вулиці, річки й струмки можна зображувати лінійними або площинними умовними знаками залежно від масштабу карти або плану.

Для більшої наочності топографічні карти і плани складають і видають багатокольоровими. Елементи гідрографії показують блакитним кольором,

рослинність - зеленим, рельєф - горизонталями світло-коричневого кольору. Квартали міст і шосе на картах показують оранжевим кольором, а вулиці й внутрішньоквартальні дороги на планах - розовим. Інші елементи ситуації зображують чорним кольором.

Перелічені умовні знаки є обов'язковими для всіх організацій, які випускають топографічні матеріали. Ще є спеціальні умовні знаки, вони встановлюються відповідними галузевими організаціями і застосовуються для складання спеціальних (тематичних) карт і планів.

Внутрішнє оформлення аркуша топографічної карти і плану будь-якого масштабу завершується зовнішнім, поза рамкою. Елементами оформлення поза рамкою є пояснювальні надписи, цифровий і графічний матеріал.

Внутрішній зміст аркушів топографічної карти обмежений рамкою, яку називають внутрішньою. Лінії внутрішньої рамки карт є відрізками геодезичних меридіанів і паралелей.

На кутах рамки підписують геодезичні координати. За внутрішньою рамкою розташована мінутна рамка, поділки якої розбиті точками на десяти-секундні інтервали.

Між внутрішньою і мінутною рамками подані ординати й абсциси ліній координатної (кілометрової) сітки. Відстань між суміжними лініями сітки для карт масштабів 1 : 50 000, 1 : 62 500, 1 : 100 000 складає один кілометр. Для карт більш дрібних масштабів ця відстань дорівнює цілому числу кілометрів.

Числа 4311, 4312, ... біля виходів ліній координатної сітки означають, що ординати відповідних кілометрових ліній дорівнюють 311, 312, ... км. Цифра 4 є номером зони в системі прямокутних координат Гаусса - Крюгера, в якій знаходиться даний аркуш.

Якщо значення ординат менше за 500 км, то це означає, що аркуш карти розташований на захід від осьового меридіану.

Числа 6065, 6066, ... означають, що горизонтальні лінії координатної сітки відстоять від екватора на 6050, 6066, ... км.

Підписи ліній координатної сітки використовують для наближеного визначення положення об'єктів і точок на карті. Для цього вказують скорочені координати (дві останні цифри) південно-західного кута квадрату, утвореного координатними лініями, в якому знаходяться об'єкт, точка. Наприклад, млин зернорадгоспу Белічі знаходиться в квадраті 6511.

Під південною стороною рамки карти наводять чисельний і лінійний масштаби, ще нижче - переріз рельєфу.

Ліворуч під рамкою розташовують діаграму взаємного розташування істинного, магнітного і осьового меридіанів з даними про схилення магнітної стрілки і зближення меридіанів, праворуч під рамкою - діаграму закладень для кутів нахилу.

Поза рамкою топографічні плани оформляють значно простіше, вони містять менше інформації порівняно з топографічними картами. Підписи ліній координатної сітки наводять в місцевій системі координат. Під південною рамкою вказують лише чисельний масштаб і переріз рельєфу. Наводять схему розташування суміжних аркушів плану.

Вміння читати карту необхідне, наприклад, при складанні топографічного опису території, яку відведено для будівництва. Такий опис складають по топографічних картах масштабів 1 : 25 000, 1 : 10 000 для техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) будівництва. Виявлені при складанні опису характер рельєфу, особливості природних умов і соціально-економічного розвитку району можуть відігравати вирішальну роль при оцінці економічної доцільності й технічних можливостей будівництва.

При розробці ТЕО будівництва споруд лінійного типу - трубопроводів, дорожніх комунікацій, ліній електромереж і т.н. - також складають топографічний опис місцевості наміченої траси споруди.

Приклад. топографічного опису місцевості по маршруту від зернорадгоспу Белічі (квадрат 6511) до села Сидорово (квадрат 6410) для ТЕО наміченого будівництва лінії електропередачі виконаного по аркушу топографічної карти масштабу 1: 10 000 У-34-37-В-в-4.

Самою короткою є траса вздовж покращеної ґрунтової дороги, яка з'єднує радгосп Белічі і село Сидорово. Від Белічі (17 будинків, борошномельне підприємство, садівниче господарство) дорога проходить по орних землях в південно-західному напрямку. Спускаючись по схилу гори в заплаву р. Андоги, дорога пересікає обривисту, висотою 2 м, першу терасу над заплавою і струмок під нею. Далі дорога простягається паралельно обривистій терасі, на відстані не ближче 20 метрів від неї. Праворуч дорога примикає до луків, на яких знаходиться дерев'яна споруда. Біля моста через р. Андогу дорога спрягається з путівцем, який відходить на південний схід. Міст дерев'яний довжиною 30 м, шириною 6 м, вантажопідйомністю 10 т. За мостом дорога, піднімаючись по схилу, проходить у виїмці глибиною 2 м і далі з'єднується з вулицею села Сидорово (60 будинків, сільрада).

Лабораторна робота 3

Орієнтування ліній місцевості. Визначення дирекційного кута і азимутів лінії, заданої на карті

Мета роботи: навчитись визначати кути орієнтування: дирекційний кут, румби, істинний і магнітний азимути.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 72 - 79)

Приналежності: Топографічна карта масштабу 1 : 10 000, топографічний план масштабу 1 : 2 000, геодезичний транспортир.

Завдання 1: Виміряти дирекційні кути ліній AB і BA по карті масштабу 1 : 10 000 і плану масштабу 1 : 2 000. Порівняти отримані значення.

Назва лінії	Карта масштабу 1 : 10 000	План масштабу 1 : 2 000
AB		
BA		

Завдання 2: За значеннями дирекційних кутів ліній вирахувати їх румби. Для кожного напрямку накреслити схему.

Дирекційні кути	Румби
$35^{\circ}41' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	
$346^{\circ}18' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	
$159^{\circ}32' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	
$191^{\circ}56' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	

Завдання 3: Користуючись картою масштабу 1 : 10 000 і виміряним у завданні 1 дирекційним кутом визначити істинний і магнітний азимути лінії AB у точці A .

Завдання 4: За значеннями дирекційних кутів ліній вирахувати їх румби. Для кожного напрямку накреслити схему.

Румби	Дирекційні кути
ПдЗ: $29^{\circ}15' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	
ПнС: $17^{\circ}48' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	
ПдВ: $12^{\circ}30' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	
ПнЗ: $19^{\circ}52' + 2^{\circ} \cdot N_{\epsilon} =$	

Вказівки до виконання завдань. Напрямки ліній місцевості, а також ліній, проведених на планах і картах, характеризуються величинами істинних та магнітних азимутів, дирекційних кутів і румбів.

Дирекційний кут заданого напрямку - це кут між північним напрямком осевого меридіану або лінії, йому паралельної, до заданого напрямку, який відлічують за ходом стрілки годинника. Лінії кілометрової сітки на карті паралельні осі абсцис. Тому дирекційний кут вимірюють від північного напрямку лінії кілометрової сітки по ходу стрілки годинника до заданого напрямку. Вимірювання виконують транспортиром. Дирекційний кут напрямку з точки *C* на точку *B* (рис. 3) $\alpha = 332,1^\circ = 332^\circ 06'$.

Румб - горизонтальний кут, який відлічують від найближчого напрямку меридіану до заданого напрямку. Румби приймають значення від 0° до 90° .

Назва румбу лінії, яка проходить в середині якої-небудь чверті складається з назв двох напрямів, які відділяють цю чверть. При цьому, першою йде назва відповідного напрямку меридіану (від якого відлічують кут), а потім лінії Схід - Захід (в напрямку якого відлічують кут).

Істинним (географічним) азимутом називається кут, який відлічують на карті від північного напрямку меридіана по ходу стрілки годинника до заданого напрямку. Оскільки істинний азимут і дирекційний кут вимірюють від різних початкових напрямків, вони розрізняються на величину зближення меридіанів, тобто на величину кута між меридіаном і лінією кілометрової сітки. Істинний азимут і дирекційний кут зв'язані формулою

$$A_i = \alpha + \gamma,$$

де α - дирекційний кут того ж напрямку;

γ - зближення меридіанів.

Зближення меридіанів має знак «+», якщо північний напрямок лінії кілометрової сітки відхиляється від напрямку істинного меридіана на схід (для східної половини зони), і знак «-», якщо лінії кілометрової сітки відхиляються на захід (для західної половини зони).

Зближення меридіанів вираховують за формулою

$$\gamma = l \cdot \sin B,$$

де l - різниця довготи середнього меридіану карти і довготи осьового меридіану зони;

B - середня широта карти.

Для визначення істинного азимуту напрямку транспортиром вимірюють на карті його дирекційний кут і додають до нього (з урахуванням знаку) зближення меридіанів.

Магнітна стрілка компасу або бусолі відхилюється від напрямку істинного меридіану на кут δ , який називають *схиленням магнітної стрілки*. При відхиленні північного кінця стрілки до сходу схилення називають східним і вважають додатним. При відхиленні стрілки до заходу схилення вважають західним і від'ємним.

Значення схилення магнітної стрілки і зближення меридіанів вказують під південною рамкою карти. Там же вказують річні зміни схилення, яке враховують, якщо після визначення схилення пройшов значний час.

Магнітний азимут вираховують за формулою

$$A_m = A_i - \delta,$$

де A_i - істинний азимут;

δ - схилення магнітної стрілки.

Приклад. Дирекційний кут напрямку CD виміряний на карті транспортиром $\alpha = 122^\circ 06'$. Під південною рамкою карти написано, що зближення меридіанів $2^\circ 38'$ західне, схилення магнітної стрілки $6^\circ 00'$ східне. Визначити істинний і магнітний азимути напрямку CD у точці C .

Значення азимутів знаходять за вищенаведеними формулами.

$$A_i = \alpha + \gamma = 122^\circ 06' + (-2^\circ 38') = 119^\circ 28';$$

$$A_m = A_i - \delta = 119^\circ 28' - 6^\circ 00' = 113^\circ 28'.$$

Приклад. Визначити дирекційний кут, істинний і магнітний азимути лінії, заданої на карті.

Якщо лінія AB , задана на карті, не пересікає лінію координатної сітки, то її продовжують до перехрещення з нею (рис. 3).

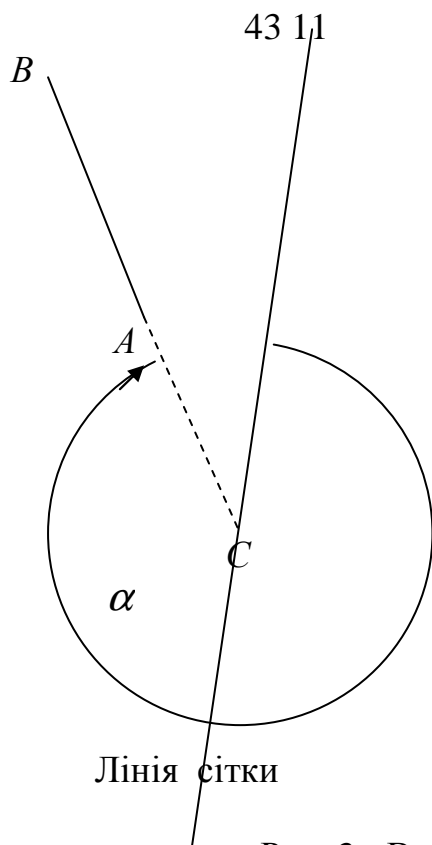


Рис. 3 - Визначення дирекційного кута

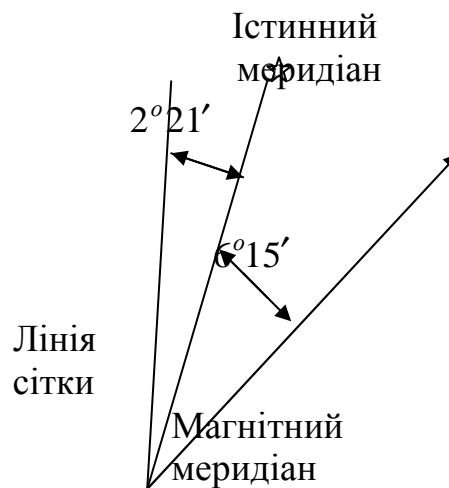


Рис. 4 - Схема розташування меридіанів по лінії сітки

Прикладають до точки перехрещення C нуль транспортиру, суміщаючи його нульовий діаметр з лінією сітки. Відлічують від північного напрямку по напрямку стрілки годинника дирекційний кут $\alpha = 327^\circ 45'$.

З діаграми взаємного розташування осьового (лінія сітки), істинного і магнітного меридіанів (рис. 4), яка знаходиться під південною рамкою карти, видно, що істинний азимут A_i лінії AB менше дирекційного кута α на величину зближення меридіанів $\gamma = 2^\circ 21'$. Тому $A_i = \alpha - \gamma = 327^\circ 45' - 2^\circ 21' = 325^\circ 24'$.

З тієї ж діаграми видно, що магнітний азимут A_m лінії AB менше істинного азимута на величину схилення магнітної стрілки $\delta = 6^\circ 15'$, тобто

$$A_m = A_i - \delta = 325^\circ 24' - 6^\circ 15' = 319^\circ 09'.$$

Приклад. Дирекційний кут напрямку CD виміряний транспортом складає $122^\circ 06'$. Під південною рамкою карти читаємо: зближення меридіанів $2^\circ 38'$ західне, схилення магнітної стрілки $6^\circ 00'$ східне. Визначити істинний і магнітний азимут.

$$A_i = \alpha - \gamma = 122^\circ 06' + (-2^\circ 38') = 119^\circ 28'.$$

$$A_m = A_i - \delta = 119^\circ 28' - 6^\circ 00' = 113^\circ 28'.$$

Лабораторна робота 4

Визначення прямокутних координат точок, заданих на плані. Побудова на плані точок за заданими прямокутними координатами

Мета роботи: навчитись визначати на плані прямокутні координати точок, будувати точки за заданими координатами.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 98 - 101)

Приналежності: Топографічний план масштабу 1 : 2 000, геодезичний транспортир з поперечним масштабом, вимірювач.

Завдання 1: За планом масштабу 1 : 2 000 визначити прямокутні координати точок *A, B, C, Д.*

Назва точки	Координати, м		Назва точки	Координати, м	
	Х	У		Х	У
<i>A</i>			<i>C</i>		
<i>B</i>			<i>Д</i>		

Завдання 2: Побудувати на плані масштабу 1 : 2 000 точки за заданими прямокутними координатами.

Назва точки	Координати, м		Назва точки	Розраховані координати, м	
	Х	У		Х	У
1	79400 + 10N _B	66400 + 10N _B	1		
2	79600 + 10N _B	66450 + 10N _B	2		
3	79620 + 10N _B	66570 + 10N _B	3		
4	79430 + 10N _B	66580 + 10N _B	4		

Завдання 3: Визначити площу ділянки за прямокутними координатами її вершин, наведеними у завданні 2, за формулами

$$S = 0.5 \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}); \quad S = 0.5 \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$$

Назва вершин	x_i	y_i	$y_{i+1} - y_{i-1}$	$x_{i-1} - x_{i+1}$	$x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$	$y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$
1						
2						
3						
4						
Площа, кв.м						

Вказівки до виконання завдань. У геодезії часто положення точок визначають в системі плоских прямокутних координат (рис. 5). У цій системі початок координат в точці O , вісь OX спрямована на північ, а вісь OY - на схід.

Північний напрямок осі абсцис вважають додатнім (+), південний - від'ємним (-). Напрямок осі ординат вважають додатнім на схід і від'ємним на захід.

Осі координат поділяють площину на чотири частини, які називають чвертями: I - ПнСх, II - ПдСх, III - ПдЗх, IV - ПнЗх.

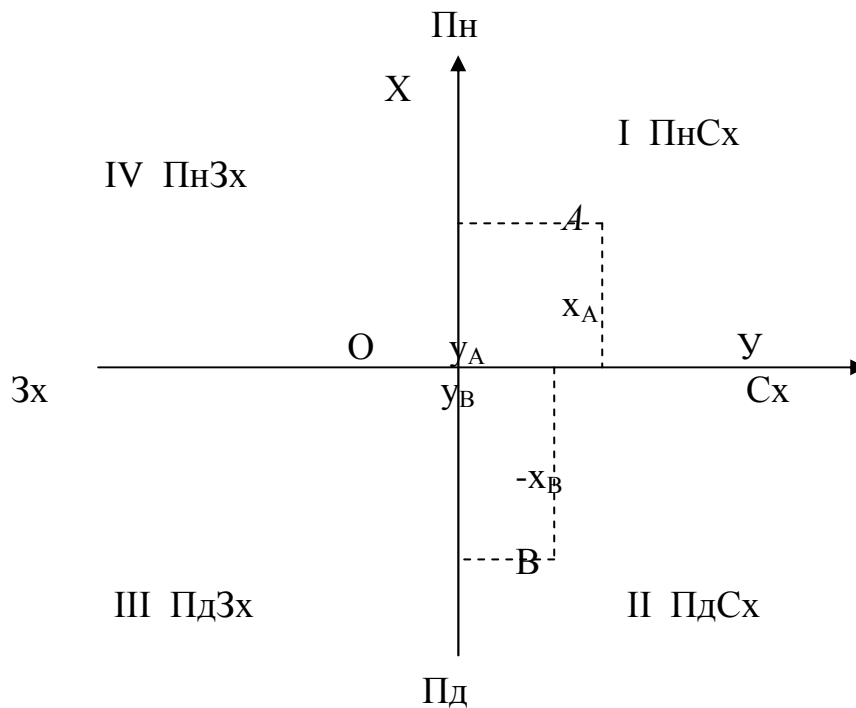


Рис. 5 - Система прямокутних координат

Приклад. Визначити на плані масштабу 1 : 2 000 координати точки A .

Користуючись підписами координат (рис. 6) на лініях сітки визначають координати південно-західного кута квадрату, в якому розташована точка A , $x_{ПдЗ} = 79\,400,00$ м, $y_{ПдЗ} = 66\,400,00$ м.

Потім за допомогою вимірювача і поперечного масштабу вимірюють відстані до південної Δx і західної Δy сторін квадрату (по перпендикулярах), $\Delta x = 114,76$ м, $\Delta y = 79,54$ м. Шукані координати визначають за формулами

$$x_A = x_{ПдЗ} + \Delta x = 79\,400,00 - 114,76 = 79\,514,76 \text{ м};$$

$$y_A = y_{ПдЗ} + \Delta y = 66\,400,00 - 79,54 = 66\,479,54 \text{ м}.$$

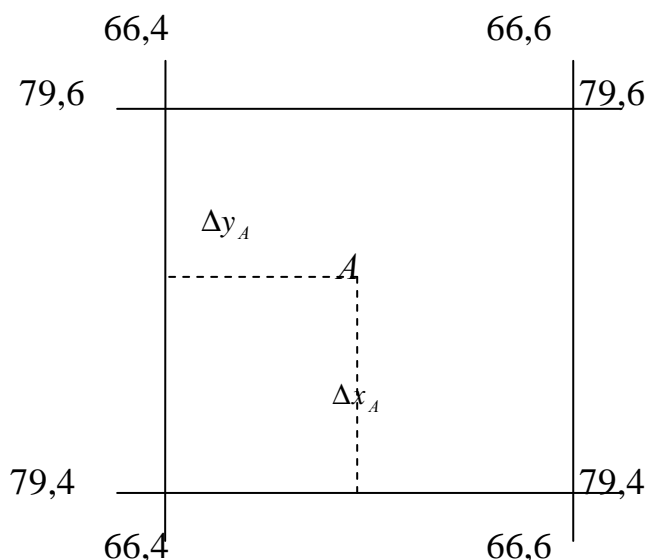


Рис. 6 - Схема визначення прямокутних координат точки

Приклад. Побудувати на плані масштабу 1 : 2 000 точку B , якщо $x_B = 79\,485,27$ м, $y_B = 66\,505,38$ м.

Перш за все за підписами сітки координат (рис. 7) визначають, що шукана точка повинна розташовуватися саме в цьому квадраті, південно- західний кут якого має координати $x_{П\partial 3} = 79\,400,00$ м, $y_{П\partial 3} = 66\,400,00$ м.

Потім визначають відстані по лініях сітки (осям координат) $\Delta x, \Delta y$ від південно-західного кута квадрату до шуканої точки за формулами

$$\Delta x = x_B - x_{П\partial 3} = 79\,485,27 - 79\,400,00 = 85,27 \text{ м};$$

$$\Delta y = y_B - y_{П\partial 3} = 66\,505,38 - 66\,400,00 = 105,38 \text{ м}.$$

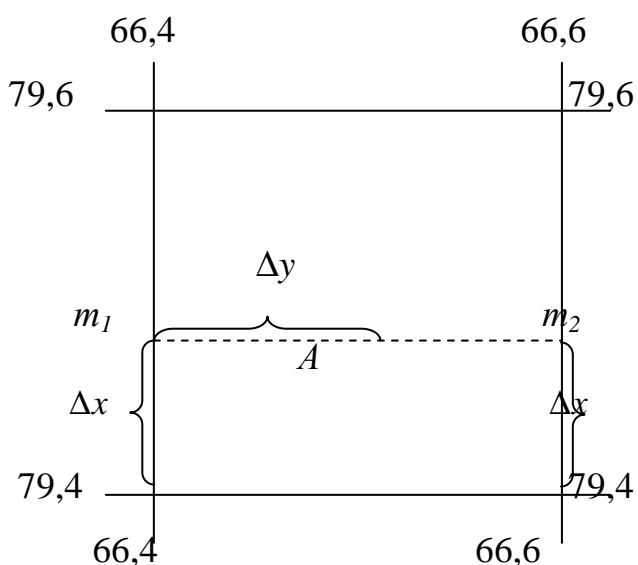


Рис. 7 - Схема побудови точки за прямокутними координатами

За допомогою вимірювача й поперечного масштабу відкладають значення Δx вгору від південно-західного і південно-східного кутів квадрату, де повинна бути розташована точка B . За точками m_1 і m_2 будують пряму лінію, на якій від точки m_1 в напрямку точки m_2 відкладають значення Δy . Таким чином одержують шукану точку B .

Аналітичний спосіб визначення площ ділянок застосовують, коли відомі прямокутні координати x , біля їх вершин.

Площу ділянки по прямокутних координатах її вершин визначають за наступними формулами:

$$S = 0.5 \sum_{i=1}^n x_i (y_{i-1} - y_{i+1}); \quad S = 0.5 \sum_{i=1}^n y_i (x_{i+1} - x_{i-1}),$$

де n – число вершин полігону,

i – номер вершини, який збільшується проти ходу стрілки годинника

Якщо вершини ділянки пронумерувати за ходом стрілки годинника (рис. 8), то формули визначення площі можна подати у загальному вигляді:

$$S = 0.5 \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}); \quad S = 0.5 \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}).$$

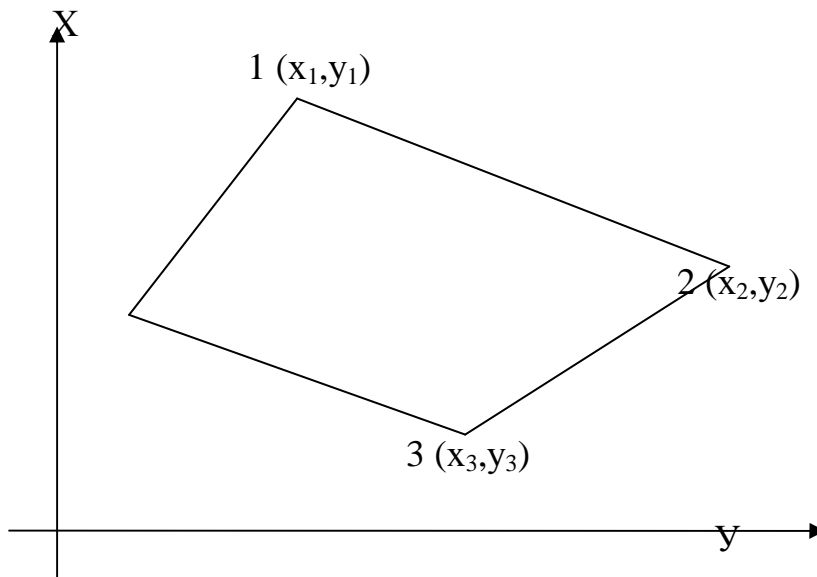


Рис. 8 – Схема ділянки

Точність визначення площ ділянок аналітичним способом відповідає точності вимірювань ліній на місцевості, тобто 1:1 000. Тому при вирахуваннях значення координат округлюють до $0,1 \text{ м}^2$.

Лабораторна робота 5

Визначення прямокутних і геодезичних координат точок, заданих на карті.

Побудова на карті точок за заданими координатами

Мета роботи: навчитись визначати на топографічній карті геодезичні й прямокутні координати точок, будувати точки за заданими координатами.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 98 - 101)

Приналежності: Топографічна карта масштабу 1 : 10 000, вимірювач, геодезичний транспортир з поперечним масштабом.

Завдання 1: По карті масштабу 1 : 10 000 визначити геодезичні і прямокутні координати точок.

Назва точки	Геодезичні координати		Прямокутні координати	
	B	L	X, м	Y, м
A				
B				
C				
D				

Завдання 2: Накреслити квадрат розміром 10х10 см, який відповідає квадрату сітки координат карти масштабу 1 : 10 000. Підписати координати ліній і нанести точку K, яка має прямокутні координати:

$$X_K = 6\,065\,226 + 545 N_B = \underline{\hspace{2cm}}, \quad Y_K = 4\,312\,184 + 611 N_B = \underline{\hspace{2cm}}$$

Вказівки до виконання завдань. Система геодезичних координат визначає положення точок на поверхні еліпсоїда обертання (рис. 9).

Геодезична широта B точки M - кут між нормаллю n до поверхні еліпсоїда і площиною екватора $E_1R_0R_ME_2$.

Геодезична довгота L точки M - двогранний кут між площиною початкового меридіану $P_1R_0P_2$ і площиною меридіану, який проходить через точку M .

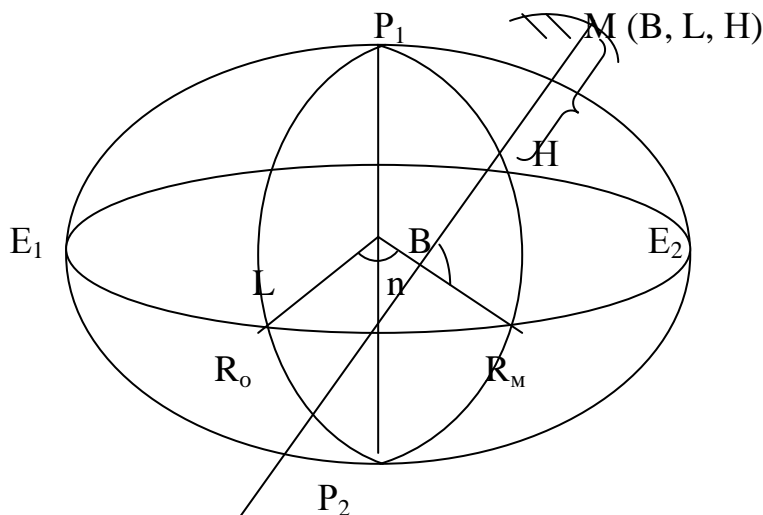


Рис. 9 - Система геодезичних координат

На топографічній карті геодезичні координати підписують на кутах внутрішньої рамки. Це є значення меридіанів і паралелей, які обмежують аркуш карти.

Зверху паралелей пишуть градуси, під ними minuti і секунди. Наприклад, на аркуші карти масштабу 1 : 10 000 У-34-37-В-в-4 підписано $\frac{54^{\circ}}{42'30''}$ у північній рамки і $\frac{54^{\circ}}{40'}$ у південній рамки. Градуси довготи пишуть ліворуч, а minuti і секунди - праворуч від меридіану. Для вищенаведеного аркуша карти у західній рамки підписано «18° | 03'45''», і «18° | 07'30''».

На деякій відстані від внутрішньої рамки накреслено мінутну рамку - дві тонкі лінії на відстані два міліметри одна від одної. У середині мінутної рамки є поділки, які відповідають довжинам минут по меридіану і по паралелі. Тому ця рамка і має назву мінутної. Відрізки мінутної рамки, які відповідають парним минутам, мають заливку чорного кольору.

Між мінутною і зовнішньою рамкою є поділки у вигляді точок, які відповідають довжинам десяти секунд по меридіану і паралелі. Використовуючи мінутну рамку, можна легко визначити широту й довготу потрібної точки. Користуючись поділками мінутної рамки карти, проводять дві ближчі до заданої точки паралелі і два меридіани, які відповідають круглим значенням широти і довготи.

Широту B і довготу L розраховують за формулами

$$B = B_{\text{Пд}} + \Delta B, \quad L = L_{\text{Зх}} + \Delta L,$$

де $B_{\text{Пд}}$ - широта південної паралелі;

$L_{\text{Зх}}$ - довгота західного меридіану;

ΔB - приріст широти, відповідний відстані точки від південної паралелі;

ΔL - приріст довготи від західного меридіану.

Для визначення приростів вимірюють відстань між двома проведеними паралелями і відстань від точки до південної паралелі, а також відстань між двома меридіанами й від точки до західного меридіана.

Значення ΔB (в секундах) визначають як відношення відстані від південної паралелі до заданої точки до довжини меридіану цієї точки між південною і північною паралелями, яка відповідає 10''. Значення ΔL отримують аналогічно.

Приклад. За картою масштабу 1 : 10 000 У-34-37-В-в-4 визначити геодезичні координати пункту тріангуляції B_M, L_M (г. Михалінська, позначка 212,8 м) з точністю до цілої секунди. Користуючись поділками мінутної рамки карти, проводять дві ближчі до заданої точки паралелі (рис. 10), які відповідають круглим значенням широти. Широта південної паралелі $B_{по}$ складає $54^{\circ}42'10''$. Вимірюють відстань між двома паралелями 31 мм, що відповідає $10''$, і відстань від пункту до південної паралелі - 6,5 мм.

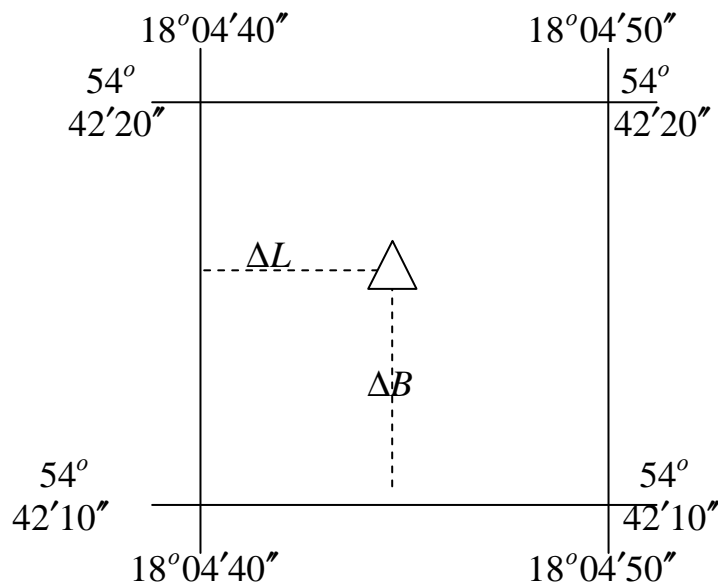


Рис. 10 - Схема визначення приростів геодезичних координат точки

Складають пропорцію:

31 мм	-	$10''$,
6,5 мм	-	ΔB .

Вираховують $\Delta B = \frac{6,5_{мм} \cdot 10''}{31_{мм}} = 2''$.

Шукана широта пункту тріангуляції $B_M = 54^{\circ}42'10'' + 2'' = 54^{\circ}42'12''$. Знов користуючись поділками мінутної рамки карти, проводять два ближчі до заданої точки меридіана, які відповідають круглим значенням довготи. Довгота західного меридіану $L_{3x} = 18^{\circ}04'40''$. Вимірюють відстань між двома меридіанами 18 мм, що відповідає $10''$, і відстань від пункту до західного меридіана - 9,5 мм.

Складають пропорцію:

18 мм	-	$10''$,
9,5 мм	-	ΔL .

Вираховують $\Delta L = \frac{9,5_{мм} \cdot 10''}{18_{мм}} = 5''$.

Шукана довгота пункту тріангуляції $L_M = 18^{\circ}04'40'' + 5'' = 18^{\circ}04'45''$.

Лабораторна робота 1.1.6

Пряма і зворотна геодезична задача

Мета роботи: ознайомитись з правилами дій над наближеними числами, з вирахуванням тригонометричних функцій за допомогою калькулятора. Навчитись вирішувати пряму і зворотну геодезичні задачі.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 298 - 301)

Приналежності: калькулятор, попередні лабораторні роботи.

Завдання 1: У лабораторній роботі 1.1.4 по плану масштабу 1 : 2 000 були визначені прямокутні координати точок A і B . Визначити горизонтальне прокладення лінії AB і дирекційний кут напрямку AB . Навести схему.

$$\begin{aligned} X_A &= \underline{\hspace{2cm}}, & Y_A &= \underline{\hspace{2cm}} \\ X_B &= \underline{\hspace{2cm}}, & Y_B &= \underline{\hspace{2cm}} \\ \Delta x_{AB} &= \underline{\hspace{2cm}}, & \Delta y_{AB} &= \underline{\hspace{2cm}} \end{aligned}$$

$$r_{AB} = \arctg \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \alpha_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$d_{AB} = \frac{\Delta x_{AB}}{\cos \alpha_{AB}} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad d_{AB} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha_{AB}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Завдання 2: У лабораторній роботі 4 за планом масштабу 1 : 2 000 були визначені прямокутні координати точки A , в роботі 1 - горизонтальне прокладення лінії AB , в роботі 3 - дирекційний кут напрямку AB . Визначити координати точки B .

$$\begin{aligned} X_A &= \underline{\hspace{2cm}}, & Y_A &= \underline{\hspace{2cm}} \\ d_{AB} &= \underline{\hspace{2cm}}, & \alpha_{AB} &= \underline{\hspace{2cm}} \\ \Delta x_{AB} &= d_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}, & \Delta y_{AB} &= d_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} \\ X_B &= X_A + \Delta x_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}, & Y_B &= Y_A + \Delta y_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} \end{aligned}$$

Вказівки до виконання завдань. У геодезії при вирахуваннях використовують наближені числа. Під наближеним числом a розуміють число, яке незначно відрізняється від точного числа A і замінює його у вирахуваннях і розрахунках.

В наближених числах записують тільки n потрібних значущих цифр. Для цього цифру, яка слідує за n -ою, округлюють до ближчого значення.

Наприклад, число 85,352 при округленні до 0,01 записують у вигляді 85,35, а при округленні до 0,1 – у вигляді 85,4.

Якщо перша цифра, яку відкидають, дорівнює 5, а останні нулі, то остання цифра, що залишається, повинна бути парною (правило парної цифри). Наприклад, числа 24,5 і 25,5 округлюють відповідно до 24 і 26.

Похибка округлення не перевищує половини одиниці останнього розряду, який залишився.

1. Всі вирахування виконують за схемою, яка передбачає запис результатів відповідно до порядку дій (алгоритмом). Схема повинна бути простою і наочною.
2. Всі записи результатів дій виконують за схемою вирахувань чітко і акуратно. Всі числа записують без суміщень: розряд під відповідним розрядом.
3. Помилкові записи акуратно перекреслюють однією рискою, а правильне число записують зверху.
4. Всі вирахування супроводжують контролем. Контроль буває операційним і заключним. при операційному контролі перевіряють результати проміжних вирахувань, при заключному – кінцевий результат. операційний контроль застосовують при великому обсягу вирахувань.

Кращою системою контролю слугує отримання результату різними шляхами або за різними формулами. При неможливості використання такої системи застосовують незалежні вирахування двома спеціалістами з періодичним звірянням результатів. Такий спосіб називають вирахуванням «в дві руки».

Пряма геодезична задача полягає у визначенні координат кінцевої точки лінії по довжині її горизонтального прокладення, напрямку і координатам початкової точки. Необхідно обчислити прямокутні координати точки В, коли відомі координати точки А (X_A, Y_A), довжина лінії d_{AB} та дирекційний кут α_{AB} .

Згідно з рис. 11 можна записати, що

$$\Delta x_{AB} = X_B - X_A$$

$$\Delta y_{AB} = Y_B - Y_A$$

Різниці координат Δx_{AB} , Δy_{AB} називаються *приростами координат*. Приростами координат є ортогональні проекції горизонтального прокладення цієї лінії на осі координат. Отже $X_B = X_A + \Delta x_{AB}$; $Y_B = Y_A + \Delta y_{AB}$.

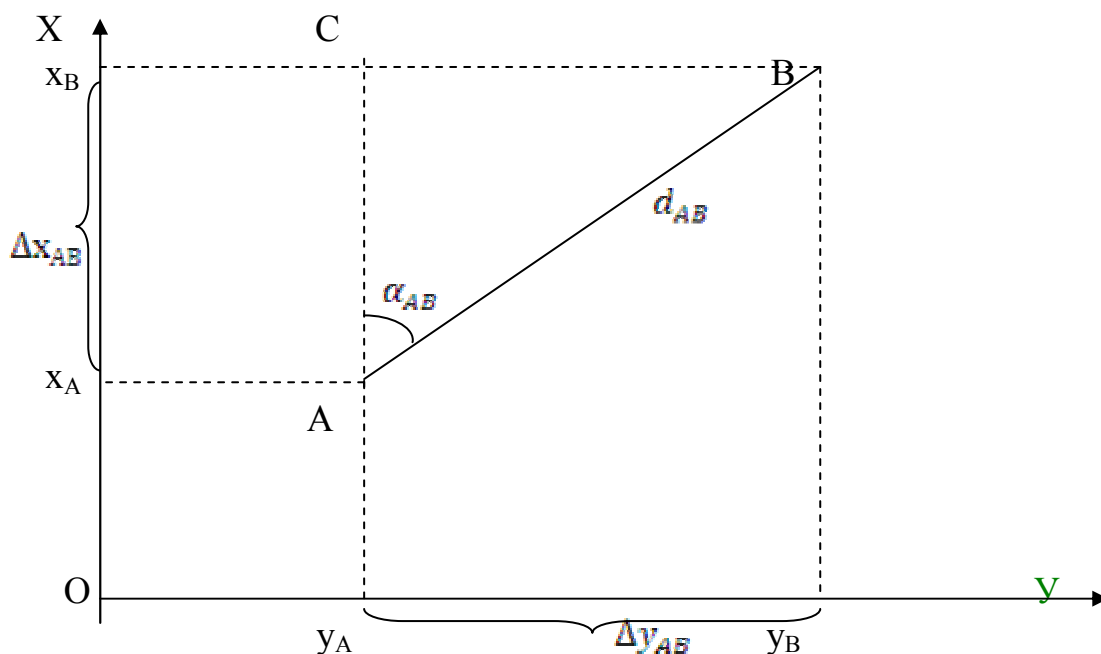


Рис. 11 – Схема до прямої і зворотної геодезичних задач

Значення приростів визначають з прямокутного трикутника **ACB** за формулами $\Delta x_{AB} = d_{AB} \cos \alpha_{AB}$, $\Delta y_{AB} = d_{AB} \sin \alpha_{AB}$.

Зворотна геодезична задача полягає у визначенні довжини горизонтального прокладення і дирекційного кута напрямку за даними координатами її початкової і кінцевої точок.

Дано дві точки з відомими координатами: A (X_A , Y_A), B (X_B , Y_B). Потрібно знайти довжину лінії d_{AB} і дирекційний кут α_{AB} .

Дирекційний кут обчислюють з прямокутного трикутника **ACB** по відомих катетах:

$$\operatorname{tg} \alpha'_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}, \text{ тоді } \alpha'_{AB} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}}$$

Значення α_{AB} залежить від знаків приростів координат

Δx_{AB}	Δy_{AB}	
+	+	$\alpha_{AB} = \alpha'_{AB}$
-	+	$\alpha_{AB} = 180^\circ - \alpha'_{AB}$
-	-	$\alpha_{AB} = 180^\circ + \alpha'_{AB}$
+	-	$\alpha_{AB} = 360^\circ - \alpha'_{AB}$

Горизонтальне прокладення d_{AB} можна визначити за наступними формулам:

$$d_{AB} = \frac{\Delta x_{AB}}{\cos \alpha_{AB}} \quad d_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\sin \alpha_{AB}} \quad d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}.$$

Лабораторна робота 7

Зображення рельєфу на топографічних картах. Визначення висоти точки.

Побудова на карті точки за заданою висотою

Мета роботи: Навчитися читати рельєф, зображений на карті, і розв'язувати задачі.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 101-106)

Приналежності: топографічна карта масштабу 1 : 10 000, топографічний план масштабу 1 : 2 000, вимірювач, поперечний масштаб.

Завдання 1: За допомогою горизонталей визначити висоти точок A , B , C , D на топографічній карті масштабу 1 : 10 000:

$H_A =$ _____, $H_C =$ _____,

$H_B =$ _____, $H_D =$ _____.

Обчислити перевищення між точками A і B , C і D , A і C , B і C

$h_{AB} =$ _____, $h_{AC} =$ _____,

$h_{CD} =$ _____, $h_{BC} =$ _____.

Завдання 2: За допомогою горизонталей визначити висоти точок A , B , C , D на топографічному плані масштабу 1 : 2 000

$H_A =$ _____, $H_C =$ _____,

$H_B =$ _____, $H_D =$ _____.

Завдання 3: Побудувати на топографічній карті точки M і N , якщо їх висоти $H_M =$ _____, $H_N =$ _____.

Вказівки до виконання завдань. Рельєф на топографічних картах і планах зображують за допомогою горизонталей. *Горизонталі* – лінії рівних висот.

Вивчення рельєфу починають з визначення на карті напрямів підвищення і пониження місцевості. При цьому керуються наступними ознаками:

- а) бергштрихи завжди спрямовані в бік зниження;
- б) основи цифр, якими підписані горизонталі, розташовані в напрямку зниження скату;
- в) до водойм і водостоків місцевість знижується;
- г) в один бік від горизонталей місцевість знижується, а в інший - підвищується;
- д) горизонталі перегинаються на водорозподільних лініях хребтів і на тальвегах лощин.

У випадку, коли точка розміщена на горизонталі, її висота відповідає висоті горизонталі, на якій вона розташована.

У випадку, коли точка розташована між горизонталями, визначення її висоти здійснюють наступним чином. Потрібно визначити висоту H_C точки C , розташованої між горизонталями з висотами H_1 і H_2 (рис. 12).

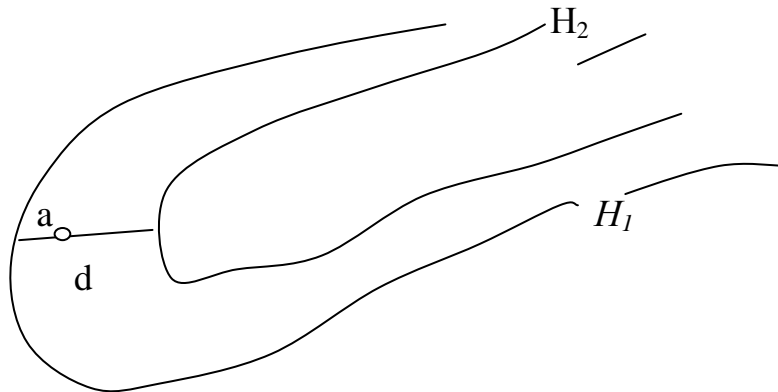


Рис. 12 – Схема визначення висоти точки

Через точку C проводять пряму, яка перпендикулярна до горизонталей, і за поперечним масштабом вимірюють відрізки a і d . Висоту H_C вираховують за формулою

$$H_C = H_1 + \Delta h,$$

$$\text{де } \Delta h = (H_2 - H_1) \frac{a}{d}.$$

Лабораторна робота 8

Визначення ухилу. Побудова на карті лінії із заданим ухилом

Мета роботи: Навчитись визначати по топографічній карті ухил лінії й будувати на карті лінію із заданим ухилом.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 106-113)

Приналежності: топографічна карта масштабу 1 : 10 000, вимірювач, поперечний масштаб.

Завдання 1: Визначити ухил лінії KL і кут її нахилу до горизонту двома способами:

1) за формулами

$$V = \underline{\hspace{10em}}, \quad i = \underline{\hspace{10em}};$$

2) користуючись графіком закладень

$$V = \underline{\hspace{10em}}, \quad i = \underline{\hspace{10em}}.$$

Завдання 2: Побудувати на топографічній карті лінію із заданим ухилом.

Вказівки до виконання завдань. Ступінь зниження або підвищення місцевості, яку називають *крутістю скату*, характеризують кутом нахилу V , який утворюється лінією місцевості AB з горизонтальною площиною (рис. 13). Величину кута нахилу можна визначити за графіком закладень, який розташовано під південною рамкою карти. По горизонтальній осі графіка відкладено значення кутів нахилу, а на перпендикулярах до неї – відповідні їм закладення в масштабі карти. Кінці перпендикулярів з'єднані плавною кривою.

Для визначення крутості схилу лінії місцевості беруть в розхил вимірювача закладення d і за графіком закладень переміщують одну голку вимірювача до тих пір, коли друга голка не торкнеться кривої.

Крутість скату характеризують також ухилом i , який вираховують за формулою

$$i = \operatorname{tg} V = \frac{h}{d},$$

де h - висота перерізу рельєфу;

d - закладення рельєфу на місцевості.

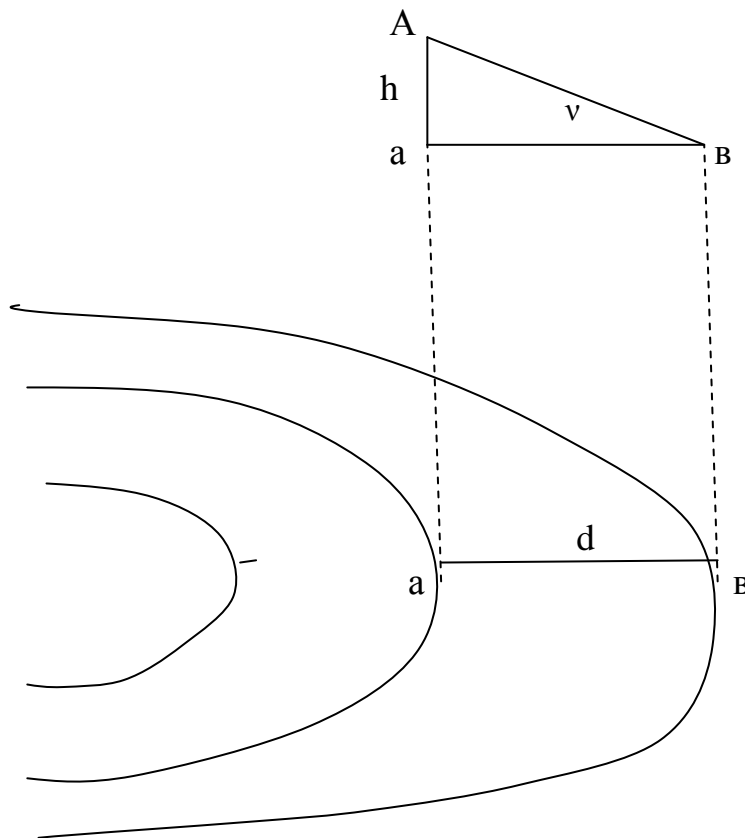


Рис. 13 – Схема визначення крутості скату лінії

Приклад. Користуючись картою (масштаб 1 : 5 000, переріз рельєфу h складає 2м) визначити кут нахилу V і ухил місцевості i .

Вимірюють на карті потрібне закладення. Вимірне закладення дорівнює 8,5 мм, тоді відповідна довжина лінії місцевості складає $d = 8,5 \cdot 5000 = 42\,500 \text{ мм} = 42,5 \text{ м}$.

Кут нахилу в градусній мірі визначають за формулою $V^{\circ} = \frac{57^{\circ} \cdot h}{d}$.

Підставивши значення, отримують $V^{\circ} = \frac{57^{\circ} \cdot 2 \text{ м}}{42,5 \text{ м}} = 2,7^{\circ}$.

Ухил місцевості (тангенс кута нахилу лінії місцевості) визначають за формулою $i = \operatorname{tg} V = \frac{h}{d}$.

Для випадку, який розглядаються, $i = \frac{2 \text{ м}}{42,5 \text{ м}} = 0,047$.

Приклад. Користуючись картою (масштаб 1 : 5 000, переріз рельєфу h складає 2м) визначити крутість рівного схилу між заданими точками.

Виміряна на карті відстань між кінцями лінії рівного схилу дорівнює 14,0 мм. Різниця висот кінців лінії $\Delta H = 3 \cdot 2 м = 6 м$ (між першою і четвертою горизонталями). Відстань між цими точками на місцевості $L = 14,0 мм \cdot 5000 = 70000 мм = 70 м$.

Крутість рівного схилу визначають за формулою $\nu^o = \frac{57^o \cdot \Delta H}{L}$.

Для даного схилу $\nu^o = \frac{57^o \cdot 6 м}{70 м} = 4,9^o$.

На карті між точки CD потрібно провести коротшу лінію таким чином, щоб ні один відрізок не мав ухилу більшого, ніж заданий i .

Розраховують величину закладення a за формулою

$$d = \frac{h}{i},$$

де h - висота перерізу рельєфу.

Розраховане закладення беруть в розхил вимірювача і з точки C цим розхилом засікають на сусідній горизонталі точку b_1 . Потім з точки b_1 тим же розхилом вимірювача засікають на наступній горизонталі точку b_2 .

Якщо розхил вимірювача менший ніж відстань між горизонталями, то лінію проводять по найкоротшому напрямку. З'єднавши всі точки, отримують ламану лінію з ухилом, який не перевищує заданого.

Лабораторна робота 9

Побудова профілю місцевості за заданим напрямком

Мета роботи: Навчитись будувати профіль місцевості.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 113-115).

Приналежності: топографічна карта масштабу 1 : 10 000, аркуш міліметрового паперу, вимірювач, поперечний масштаб.

Завдання 1: На аркуші міліметрового паперу побудувати профіль місцевості за заданим напрямком.

Вказівки до виконання завдань. Профілі будують для інженерного проектування різних споруд лінійного типу, використовуючи в якості вихідної інформації планово-картографічний матеріал із зображенням рельєфу.

Профіль – це зменшене зображення лінії перетину земної поверхні вертикальною площиною. Профіль звичайно викреслюють на міліметровому папері. Для наочного вираження рельєфу приймають вертикальний масштаб крупнішим, ніж горизонтальний.

Приклад. Побудувати профіль за заданим на карті напрямком *BD* (масштаб карти 1 : 10 000, висота перерізу рельєфу 2,5 м).

По-перше, визначають висоти точок *B* і *D*. Потім нумерують точки перетину лінії *BD* з горизонталями й характерними лініями рельєфу (водотоком і водорозділом). На аркуші міліметрового паперу будують графік (рис. 14) відстаней і висот, який називають сіткою профілю. Масштаб по горизонтальній осі відстаней приймають рівним масштабу карти. Масштаб по вертикальній осі висот приймають в 10 разів більшим, ніж горизонтальний. У даному разі горизонтальний масштаб буде 1 : 10 000, вертикальний масштаб - 1 : 500. У графу відстаней переносять з карти точки перетину і виписують довжини відстаней між ними на місцевості. Висоти цих точок записують у відповідну графу. В цих точках від лінії умовного горизонту встановлюють перпендикуляри і відкладають на них висоти. Кінці перпендикулярів з'єднують плавною лінією.

Висоти, м	
Відстані, м	

Рис. 14 - Сітка профілю

Лабораторна робота 10

Визначення геодезичних координат кутів аркуша карти заданої номенклатури

Мета роботи: вивчити систему розграфлення і номенклатури карт.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 46-53, 82-83)

Завдання 1. Визначити масштаб і геодезичні координати кутів аркуша карти, який має номенклатуру М-37-5N_в, тобто _____

Вказівки до виконання завдань. В основу розграфлення і номенклатури топографічних карт покладено карту масштабу 1 : 1 000 000, яка має розміри 4° по широті і 6° по довготі. Аркуші такої карти за напрямком паралелей утворюють ряди шириною 4°. За напрямком меридіанів створюються колони шириною по 6°. Ряди позначають великими буквами латинського алфавіту *A, B, C, ...,* починаючи від екватору на північ і на південь (табл.2). Колони нумерують арабськими цифрами 1, 2, ..., 60, починаючи від меридіану 180° в напрямку із заходу на схід. Кожному аркушу карти масштабу 1 : 1 000 000 присвоєно номенклатурний номер, який складається з букви відповідного ряду і номера колони, наприклад, М-36.

Таблиця 2 - Назви рядів при розграфленні карти масштабу 1 : 1 000 000.

Позначення ряду	Межі ряду по широті	Позначення ряду	Межі ряду по широті	Позначення ряду	Межі ряду по широті
<i>A</i>	0 – 4°	<i>I</i>	32° – 36°	<i>Q</i>	64° – 68°
<i>B</i>	4 – 8	<i>J</i>	36 – 40	<i>R</i>	68 – 72
<i>C</i>	8 – 12	<i>K</i>	40 – 44	<i>S</i>	72 – 76
<i>D</i>	12 – 16	<i>L</i>	44 – 48	<i>T</i>	76 – 80
<i>E</i>	16 – 20	<i>M</i>	48 – 52	<i>U</i>	80 – 84
<i>F</i>	20 – 24	<i>N</i>	52 – 56	<i>V</i>	84 – 88
<i>G</i>	24 – 28	<i>O</i>	56 – 60	<i>Z</i>	88 – 90
<i>H</i>	28 – 32	<i>P</i>	60 – 64		

В основу розграфлення великомасштабних карт покладено карту масштабу 1 : 100 000. Внаслідок поділу карти масштабу 1 : 100 000 по широті і довготі на 12 частин отримують межі 144 листів карти масштабу 1 : 100 000. Номенклатура кожного з отриманих аркушів складається з номенклатури аркуша масштабу 1 : 1 000 000 і номеру безпосередньо аркушу.

Аркуші карт масштабу 1:50 000 отримують внаслідок поділу аркушу масштабу 1:100 000 на чотири частини, які позначають буквами А, Б, В, Г. Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 50 000 складається з номенклатури аркуша масштабу 1 : 100 000 і позначення безпосередньо аркуша, наприклад М-37-87-Г.

Розділивши аркуш карти масштабу 1 : 50 000 на чотири частини, отримують аркуші карти масштабу 1 : 25 000, які позначаються буквами а, б, в, г, і мають номенклатуру М-37-87-Г-г.

Аркуш карти масштабу 1 : 25 000 ділять на чотири частини і отримують аркуші карти масштабу 1 : 10 000, які нумеруються цифрами 1, 2, 3, 4. Вони мають номенклатуру М-37-87-Г-г-1.

Розміри аркушів карт різних масштабів наведені в табл. 3.

Таблиця 3 - Розміри аркушів карт.

Масштаб	Номенклатура	Число аркушів карти	Розміри аркушу	
			по широті	по довготі
1 : 1 000 000	М-37		4°	6°
1 : 100 000	М-37-144	12×12 = 144	20′	30′
1 : 50 000	М-37-144-Г	2×2 = 4	10′	15′
1 : 25 000	М-37-144-Г-г	2×2 = 4	5′	7′30″
1 : 10 000	М-37-144-Г-г-4	2×2 = 4	2′30″	3′45″

За номенклатурою аркуша карти можна визначити, які паралелі й меридіани його обмежують.

Можна розв'язувати ще іншу задачу – по координатах місцевості визначити номенклатуру аркуша карти.

Приклад. Визначити, які меридіани і паралелі обмежують аркуш карти масштабу 1 : 1 000 000 М-36.

Аркуш карти М-36 обмежений паралелями 48° і 52° (табл. 2). Зі сходу він обмежений меридіаном, довгота якого $36 \times 6^\circ - 180^\circ = 36^\circ$, а із заходу меридіаном з довготою $36^\circ - 6^\circ = 30^\circ$.

Приклад. Визначити аркуш карти масштабу 1 : 1 000 000, на якому розташована точка з широтою 49°33′ і довготою 37°18′.

По-перше, знаходимо визначаємо значення широти південної і північної рамок. Вони повинні бути кратними 4° і одне з них меншим, а інше більшим, ніж задана широта точки, тобто це 48° і 52°. Виходить, що аркуш шуканої карти розташований в ряду М.

Довготи західної і східної рамок повинні бути кратними 6° , одне з них меншим, а інше більшим, ніж задана довгота точки, тобто це 36° і 42° . Номер колони складає $(42^\circ + 180^\circ) : 6^\circ = 37$.

Таким чином, шукана карта має номенклатуру *M-37*.

Приклад. Визначити геодезичні координати кутів рамок трапеції, номенклатура якої *K-39-42-Б-г*.

Координати вершин кутів рамки аркуша карти *K-39* масштабу 1 : 1 000 000 визначають за схемою, за табл. 1 або за формулами. Перша літера номенклатури *K* означає, що це ряд з номером 11, тоді широта північної паралелі $B_{Пн} = 11 \cdot 4^\circ = 44^\circ$, південної рамки $B_{Пд} = 44^\circ - 4^\circ = 40^\circ$. Наступні цифри в номенклатурі «39» означають, що це колона 39, тоді довгота східної рамки $L_{Сх} = (39 - 30) \cdot 6^\circ = 54^\circ$, а західної рамки $L_{Зх} = 54^\circ - 6^\circ = 48^\circ$ (рис. 15).

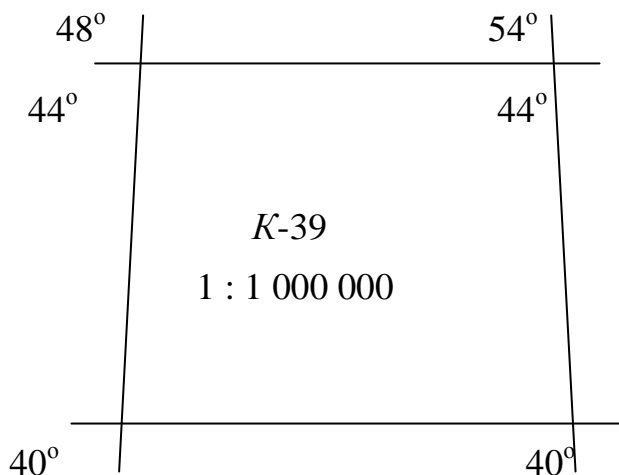


Рис. 15 - Геодезичні координати рамки аркуша *K-39*

Наступні цифри в номенклатурі «39» означають, що це колона 39, тоді довгота східної рамки $L_{Сх} = (39 - 30) \cdot 6^\circ = 54^\circ$, а західної рамки $L_{Зх} = 54^\circ - 6^\circ = 48^\circ$ (рис. 15).

Координати кутів рамки наступної трапеції *K-39-42* масштабу 1 : 100 000 отримують внаслідок поділу аркуша *K-39* на 144 частини (рис. 16).

Широта північної паралелі аркуша *K-39-42* складає $B_{Пн} = 44^\circ - (3 \cdot 20') = 43^\circ 00'$, а південної $B_{Пд} = 43^\circ 00' - 20' = 42^\circ 40'$.

Довгота східного меридіану $L_{Сх} = 48^\circ + (6 \cdot 30') = 51^\circ 00'$, а західного $L_{Зх} = 51^\circ - 30' = 50^\circ 30'$.

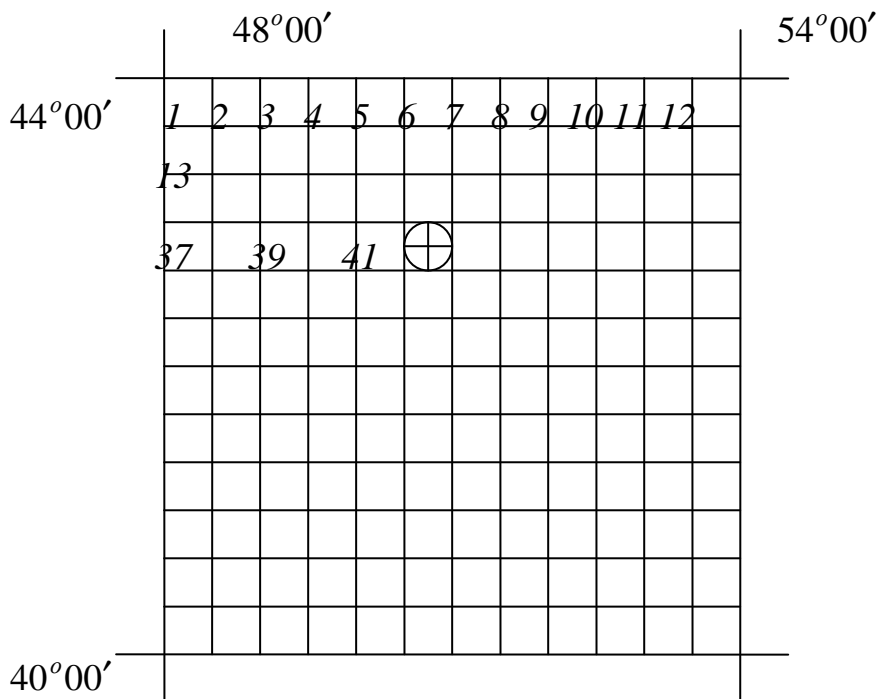


Рис. 16 - Схема поділу аркуша карти *K-39* на 144 частини

Для отримання координат кутів рамки трапеції *K-39-42-Б* масштабу 1 : 50 000 аркуш *K-39-42* ділять на 4 частини (рис. 17).

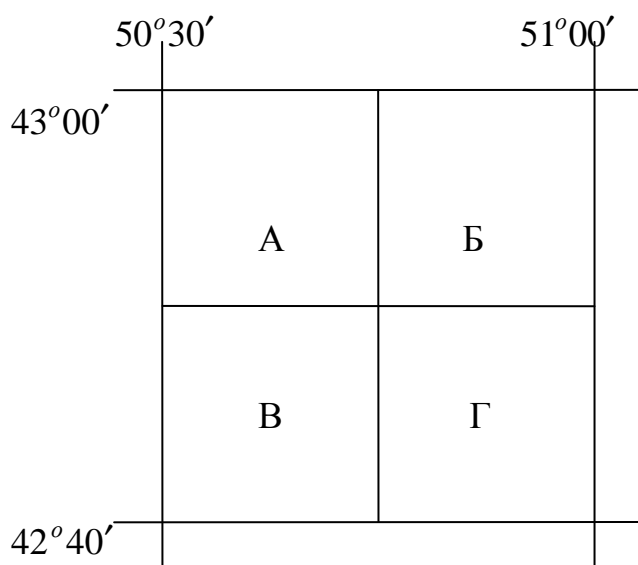


Рис. 17 - Схема поділу аркуша карти *K-39-42* на 4 частини

Широта південної паралелі $B_{\text{по}} = 42^{\circ}40' + 10' = 42^{\circ}50'$, довгота західного меридіана $L_{\text{зх}} = 50^{\circ}30' + 15' = 50^{\circ}45'$.

Для отримання шуканих координат кутів рамки трапеції *K-39-42-Б-г* масштабу 1 : 25 000 аркуш *K-39-42-Б* ділять на 4 частини (рис. 18).

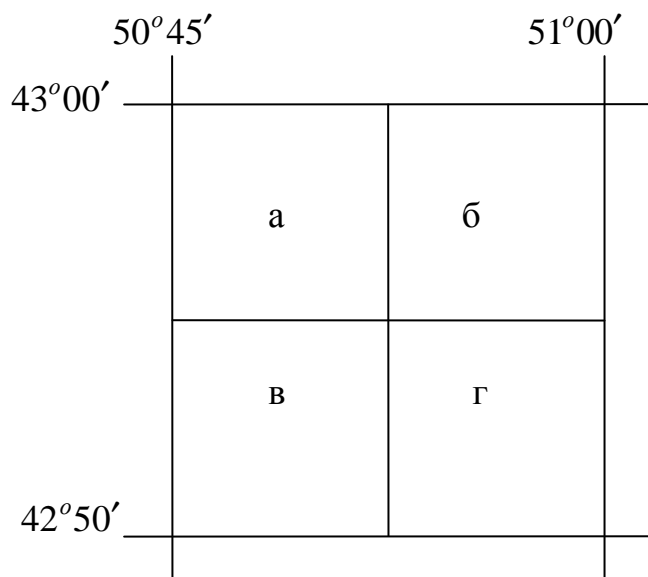


Рис. 18 - Схема поділу аркуша карти $K-39-42-B$ на 4 частини

Широта північної паралелі $B_{Пн} = 42^{\circ}50' + 5' = 42^{\circ}55'$, південної паралелі $B_{Пд} = 42^{\circ}50'$. Довгота східного меридіану $L_{Сх} = 50^{\circ}45' + 7'30'' = 50^{\circ}52'30''$, довгота західного меридіану $L_{Зх} = 51^{\circ}00'$ (рис. 19).

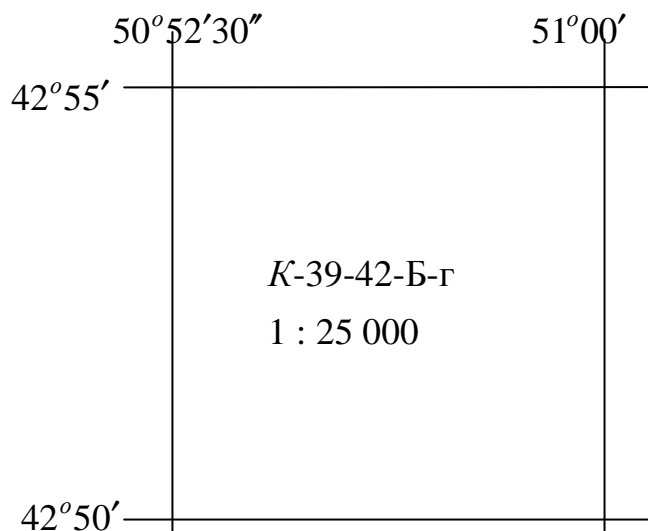


Рис. 19 - Схема аркуша карти $K-39-42-B-г$

Таким чином визначили геодезичні координати кутів рамок трапеції, номенклатура якої $K-39-42-B-г$.

Приклад. Визначити масштаб і номенклатуру карти за геодезичними координатами рамки трапеції $B_{Пд} = 49^{\circ}50'$, $B_{Пн} = 50^{\circ}00'$, $L_{Зх} = 38^{\circ}00'$, $L_{Сх} = 38^{\circ}15'$.

По-перше вираховують розміри сторін рамки трапеції:
 $\Delta B = B_{Пн} - B_{Пд} = 50^{\circ}00' - 49^{\circ}50' = 10'$, $\Delta L = L_{Зх} - L_{Сх} = 38^{\circ}15' - 38^{\circ}00' = 15'$.

Відповідно до розмірів сторін трапеції знаходять масштаб карти. У даному випадку це 1 : 50 000.

По-друге, визначають номенклатуру. З табл. 2 видно, що точки із заданими широтами знаходяться у ряду *М*, точки із заданими довготами знаходяться в колоні 37. Таким чином, номенклатура аркуша 1 : 1 000 000 буде *М-37*. Поділивши аркуш *М-37* на 144 частини, визначають номенклатуру аркуша карти масштабу 1 : 100 000, до якого входить шукана трапеція (рис.20). Це буде *М-37-77*.

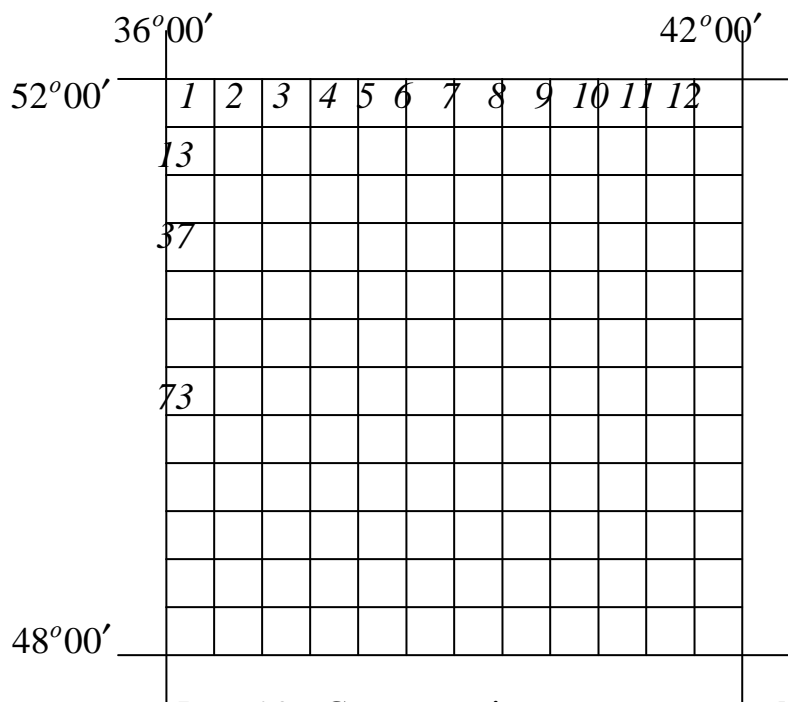


Рис. 20 - Схема поділу аркуша карти *М-37* на 144 частини

Внаслідок поділу аркуша *М-37-77* на 4 частини (рис. 21) отримують номенклатуру шуканої трапеції *М-37-77-А*.

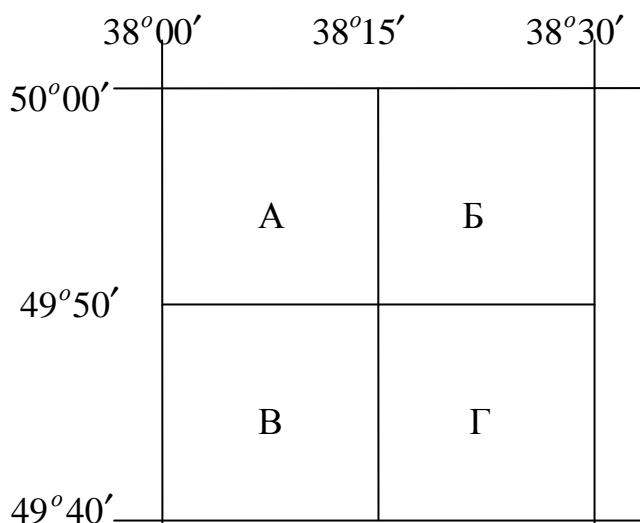


Рис. 21 - Схема поділу аркуша карти *М-37-77* на 4 частини

Лабораторна робота 11

Визначення номенклатури аркуша карти заданого масштабу за геодезичними координатами точки

Мета роботи: вивчити систему розграфлення і номенклатури карт.

Література: Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с. (стор. 46-53, 82-83)

Завдання 1. Визначити номенклатуру аркуша топографічної карти у масштабі 1 : 10 000 для об'єкта, який має координати:

$$B = 49^{\circ}17' + 11' \cdot N_{\varepsilon} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$L = 37^{\circ}11' - 17' \cdot N_{\varepsilon} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Завдання 2. Запишіть у таблицю та на схему номенклатуру аркушів топографічних карт, суміжних аркушу, який визначено у Завданні 1.

Рамка карти	Координати		Номенклатура
	B	L	
Північна			
Південна			
Східна			
Західна			

	Заданий	
	аркуш	

Приклад. Визначити номенклатуру аркуша карти масштабу 1 : 100 000, на якому знаходиться точка із заданими координатами.

За геодезичними координатами заданого пункту знаходять широту північної паралелі того ряду і довготу східного меридіану тієї колони міжнародного розграфлення, в яких розташований аркуш карти масштабу 1 : 1 000 000 із заданою точкою.

Значення широти північної паралелі ряду дорівнює ближчому до заданого значення широти точки більшому числу градусів, кратному чотирьом. Поділив значення широти на чотири, отримуємо номер ряду, після чого визначаємо відповідну йому букву латинської абетки.

Значення довготи східного меридіану колони дорівнює ближчому до заданого значенню довготи більшому числу градусів, кратному шести і з додаванням 180° (тому що відлік геодезичних довгот здійснюється від Грінвічського меридіана, а відлік колон ведуть від меридіану з довготою 180°). Поділивши визначене значення довготи на шість, отримуємо номер колони. Таким чином визначили номенклатуру аркуша 1 : 1 000 000.

Номенклатуру аркуша 1 : 100 000 визначають, поділивши аркуш масштабу 1 : 1 000 000 на 144 частини (рис. 12).

ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ 1

Завдання 1.1. Побудувати лінії заданої довжини в метрах, a в масштабі 1:500, b - в 1:10 000 і c - в 1:25 000 (додаток 1).

Завдання 1.2. Дано відстань між двома точками на карті l (додаток 2). Визначити довжину горизонтального прокладення відповідної лінії на місцевості d , якщо масштаб карти дорівнює:

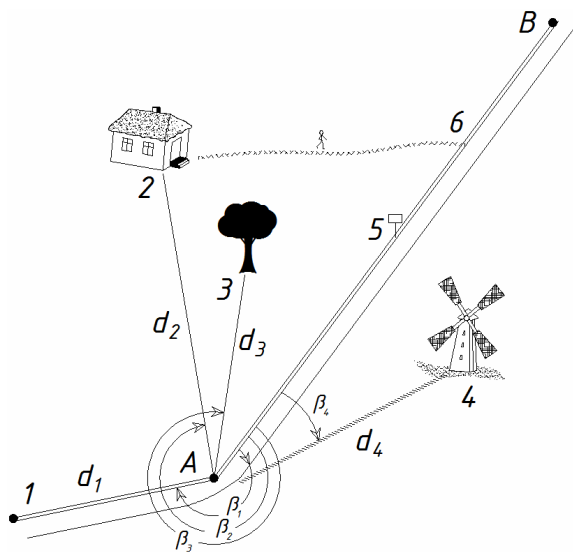
- 1) 1 : 2 000; 2) 1 : 5 000; 3) 1 : 10 000; 4) 1 : 25 000.

Завдання 1.3. Дано горизонтальне прокладення d лінії місцевості (додаток 3). Визначити з точністю 0,1 мм довжину відповідних ліній на картах наступних масштабів: 1) 1 : 2 000; 2) 1 : 5 000; 3) 1 : 10 000.

Завдання 1.4. Дано значення істинного азимуту A лінії BC і зближення меридіанів γ в точці B (додаток 4). Вирахувати дирекційні кути ліній BC і CB , а також румби цих напрямків. Вказати, в якій частині шестиградусної зони відносно осьового меридіану знаходиться лінія.

Завдання 1.5. На місцевості з точки A (рис. 22) виміряні полярні координати (горизонтальні прокладення d і кути β) окремих об'єктів. По прямокутним координатам точок A і B (додаток 5) і значенням полярних координат (додаток 6) скласти план місцевості в масштабі 1 : 5 000.

Пояснення. На аркуші паперу для креслення (формату А4), відступивши по 2 см від лівого і нижнього країв, проводять дві взаємно перпендикулярні лінії, які приймають за осі прямокутних координат. За даними прямокутних координат наносять точки A і B . Потім відповідно до схеми (рис. 22), прийнявши лінію AB за вісь полярних координат, побудувати інші елементи



плану. Полярні кути будують за допомогою транспорту, а відстані на плані відкладають, користуючись поперечним масштабом. Об'єкти місцевості зображують умовними знаками.

Рис. 22 - Схема розташування об'єктів місцевості

Завдання 1.6. За заданими прямокутними координатами (додаток 7) нанести точки A і B на карті масштабу $1 : 10\,000$ і $1 : 25\,000$.

Пояснення. На аркуші паперу для креслення будують два квадрати. Перший квадрат зі сторонами 10 см дорівнює за розмірами одній клітинці кілометрової сітки карти в масштабі $1 : 10\,000$. Другий квадрат зі сторонами 4 см дорівнює за розмірами одній клітинці кілометрової сітки карти в масштабі $1 : 25\,000$. Підписують виходи сторін координатної сітки відповідно до заданих координат так, щоб точки після нанесення були в межах квадратів. Від південно-західного кута відкладають значення Δx , Δy у відповідному масштабі. Контроль нанесення виконують шляхом порівняння вимірної відстані l_{AB} з вирахуваним горизонтальним прокладенням d_{AB} , яке отримують внаслідок розв'язання зворотної геодезичної задачі користуючись формулами

$$\Delta x_{AB} = X_B - X_A, \quad \Delta y = Y_B - Y_A, \quad \operatorname{tg} \alpha'_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}}, \quad d_{AB} = \frac{\Delta x}{\cos \alpha}, \quad d_{AB} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha}..$$

Завдання 1.7. Користуючись картою (масштаб $1 : 5\,000$, переріз рельєфу h складає 2 м), зображеною на рис. 2, й даними додатку 8, вирахувати:

- кут нахилу ν і ухил місцевості i по лінії, позначеній цифрами;
- крутість рівного схилу між точками, позначеними буквами.

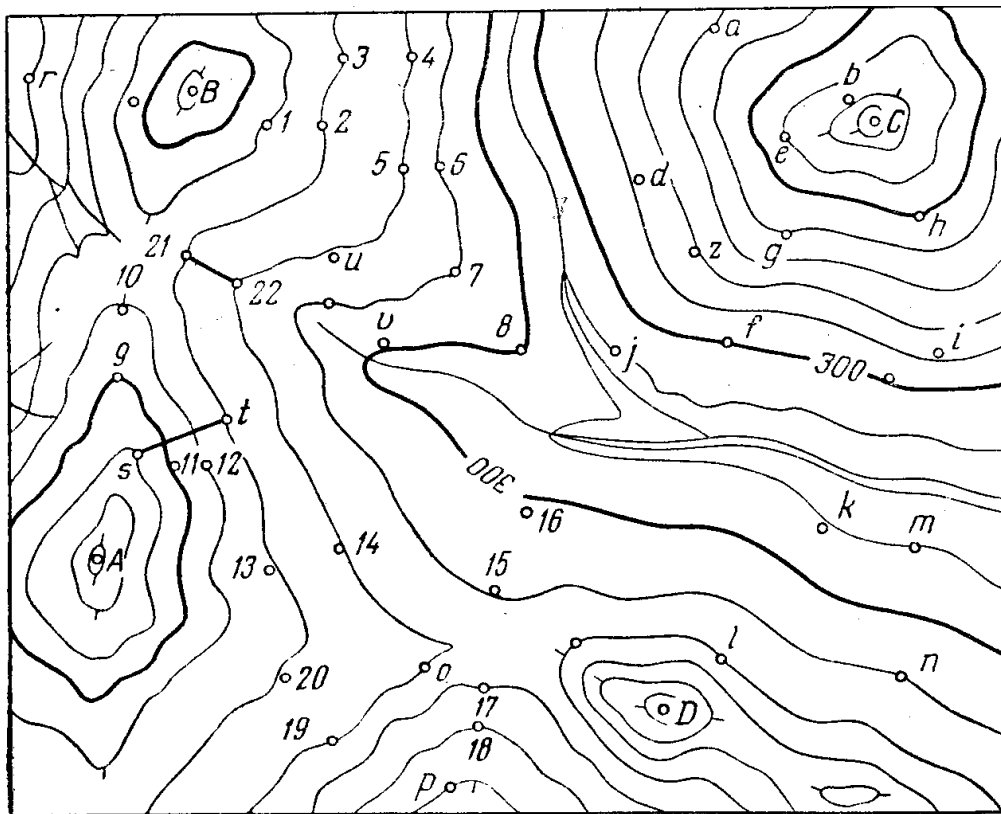


Рис. 23 - Фрагмент аркушу карти

Завдання 1.8. Побудувати профіль місцевості по лінії на карті (рис. 23). Висота перерізу рельєфу і позначки кінцевих точок лінії наведені в додатку 9.

Пояснення. Завдання виконують на аркуші міліметрового паперу. Вертикальний масштаб розраховують самостійно. Сітку профілю наведено на рис. 14.

ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ 2

Завдання 2.1. Визначити геодезичні координати кутів рамок трапеції заданої номенклатури (додаток 10).

Завдання 2.2. Визначити номенклатуру восьми аркушів карт масштабу 1 : 100 000, які межують з даним аркушем (додаток 11).

Пояснення. Для вирішення задачі рекомендується спочатку розділити аркуш масштабу 1 : 1 000 000 на трапеції масштабу 1 : 100 000, щоб зрозуміти, в якій частині мільйонного аркушу знаходиться задана трапеція. Потім викреслити 9 трапецій (див. лабораторну роботу 11), з них середня вважається заданим аркушем, а інші - шукані сусідні трапеції. Якщо заданий аркуш знаходиться на краю колони або поясу, межі аркуша, які співпадають з межами колони і поясу, показують потовщеними лініями.

Завдання 2.3. Визначити масштаб і номенклатуру карти за геодезичними координатами рамки трапеції (додаток 12).

Завдання 2.4. Визначити номенклатуру аркушу карти масштабу 1 : 100 000, на якому знаходиться точка із заданими координатами (додаток 13).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Геодезія / Загальна ред. С.Г. Могильного і С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с.
2. Інженерна геодезія: підручник / Войтенко С.П. – К.: Знання, 2009. – 557 с.
3. Основи топографії. Навчально-методичний посібник / Войславський Л.К. – Х.: ХНАМГ. 2005 р. – 44 с.
4. Практикум по геодезии / Неумывакин Ю.К., Смирнов А.С.. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1995. – 312 с.
5. Лабораторный практикум по инженерной геодезии. Учебное пособие для ВУЗов / Лукьянов В.Ф., Новак В.Е., Борисов Н.Н. – М.: Недра, 1990. – 334 с.
6. Практикум по геодезии / В.В. Баканова, Я.Я. Карклин, Г.К. Павлова, М.С. Черемисин: Уч. пособие для вузов. - М., Недра, 1983. – 456 с.
7. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001. – 255 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1.

Номер варіанта	a (1:500)	b $\frac{1}{10000}$	c $\frac{1}{25000}$	Номер варіан- ту	a (1:500)	b $\frac{1}{10000}$	c $\frac{1}{25000}$
1	6.05	225	1120.0	16	9,60	798	1315,0
2	14.40	443	590.0	17	48,20	267	1627,5
3	35.85	650	1655.0	18	10,95	211	1060,0
4	49,25	514	552,5	19	31,60	557	1257,5
5	24,20	316	775,0	20	35,75	410	410,0
6	9,85	712	670,0	21	29,15	209	212,5
7	16,20	391	1497,5	22	6,95	70	1050,0
8	32,70	733	712,5	23	33,10	352	1345,0
9	38,15	572	845	24	19,40	222	205,0
10	26,10	593	1995	25	27,80	207	202,5
11	8,90	450	452,5	26	10,85	11	1110
12	27,35	210	210,0	27	35,00	35	35
13	11,80	232	862,5	28	11,50	115	1152,5
14	39,30	309	810,0	29	48,00	48	47,5
15	21,55	581	1640,0	30	9,50	92	1845,0

Додаток 2.

Номер варіанта	Відстань l , мм	Номер варіанта	Відстань l , мм	Номер варіанта	Відстань l , мм
1	56,4	11	73,5	21	105,3
2	38,2	12	96,3	22	90,7
3	112,3	13	129,4	23	27,6
4	92,6	14	56,7	24	49,5
5	38,7	15	63,8	25	76,1
6	43,2	16	36,9	26	38,8
7	29,8	17	25,6	27	56,1
8	35,1	18	47,1	28	89,2
9	123,4	19	131,5	29	117,6
10	65,9	20	83,2	30	60,9

Додаток 3.

Номер варіанта	Горизонталь- не прокла- дення d , мм	Номер варіанта	Горизонталь- не прокла- дення d , мм	Номер варіанта	Горизонталь- не прокла- дення d , мм
1	78,0	11	202,0	21	82,0
2	213,0	12	164,0	22	151,0
3	95,0	13	192,0	23	125,0
4	143,0	14	72,0	24	58,0
5	227,0	15	110,0	25	94,0
6	66,0	16	93,0	26	102,0
7	89,0	17	42,0	27	212,0
8	106,0	18	68,0	28	173,0
9	152,0	19	176,0	29	62,0
10	54,0	20	188,0	30	132,0

Додаток 4.

Номер варіанта	Азимут A_i лінії BC	Зближення меридіанів γ	Номер варіанта	Азимут A_i лінії BC	Зближення меридіанів γ
1	127°06'	+ 0°12'	16	346°10'	- 1°56'
2	213 23	- 3 21	17	134 51	+ 0 51
3	72 15	+ 1 45	18	251 23	- 1 34
4	326 41	- 1 34	19	195 05	+ 2 12
5	189 02	+ 0 36	20	118 39	- 0 28
6	273 54	- 1 12	21	352 44	+ 1 27
7	26 39	+ 2 56	22	293 16	- 0 45
8	319 27	+ 1 14	23	157 57	+ 2 24
9	201 18	- 2 05	24	89 25	- 1 12
10	35 47	+ 0 23	25	304 38	+ 1 08
11	334 56	- 2 42	26	162 51	- 0 47
12	223 33	+ 1 57	27	281 46	- 0 33
13	49 48	- 2 12	28	325 34	+ 1 39
14	107 42	+ 0 48	29	173 09	- 0 54
15	268 29	- 1 23	30	28 27	+ 2 36

Номер варіанта	Прямокутні координати			
	Х _А , м	У _А , м	Х _В , м	У _В , м
1	+398	+562	+807	+695
2	+423	+443	+843	+637
3	+286	+537	+701	+602
4	+357	+378	+728	+573
5	+374	+453	+783	+396
6	+326	+478	+698	+623
7	+417	+516	+816	+683
8	+385	+468	+796	+542
9	+297	+512	+739	+548
10	+438	+501	+821	+567
11	+365	+393	+772	+474
12	+276	+449	+698	+605
13	+401	+484	+823	+612
14	+373	+494	799	+657
15	+348	+385	+761	+562
16	+269	+527	+684	+676
17	+498	+762	+907	+895
18	+523	+643	+943	+837
19	+386	+737	+801	+802
20	+457	+578	+828	+773
21	+396	+418	+628	+653
22	+477	+546	+836	+633
23	+325	+498	+746	+572
24	+257	+572	+759	+583
25	+487	+581	+861	+527
26	+395	+323	+712	+494
27	+216	+479	+6398	+675
28	+451	+414	+863	+642
29	+323	+404	739	+617
30	+389	+335	+751	+532

Номер варіанта	Полярні координати									
	β_1	d ₁ , м	β_2	d ₂ , м	β_3	d ₃ , м	β_4	d ₄ , м	d ₅ , м	d ₆ , м
1	223°	159	312°	256	328°	174	37°	187	201	288
2	231°	183	323°	242	345°	162	43°	203	189	301
3	217°	126	308°	213	320°	103	51°	226	231	326
4	245°	143	267°	261	288°	127	62°	143	220	273
5	192°	128	272°	252	304°	96	45°	178	241	291
6	207°	92	293°	227	321°	166	38°	106	196	315
7	211°	165	277°	235	99°	147	71°	123	181	268
8	209°	173	269°	249	308°	136	55°	163	215	298
9	205°	87	259°	208	289°	113	66°	156	172	274
10	199°	135	247°	236	280°	144	31°	97	245	328
11	233°	174	284°	247	303°	128	42°	205	253	391
12	214°	102	263°	259	295°	176	53°	194	207	335
13	242°	153	311°	231	328°	157	81°	89	196	288
14	206°	196	232°	277	267°	181	29°	232	264	343
15	224°	119	276°	283	311°	192	47°	278	279	366
16	237°	128	298°	225	332°	85	74°	253	168	302
17	233°	179	322°	266	338°	184	47°	197	211	298
18	241°	193	333°	252	355°	172	53°	213	199	311
19	227°	136	318°	223	330°	113	61°	236	241	336
20	255°	153	277°	271	298°	137	72°	153	230	283
21	209°	92	295°	227	323°	166	40°	106	196	315
22	211°	165	287°	235	109°	147	81°	123	181	268
23	229°	173	289°	249	328°	136	75°	163	215	298
24	215°	97	269°	208	299°	113	76°	156	172	274
25	219°	135	267°	236	300°	144	51°	97	245	328
26	263°	204	284°	277	331°	128	72°	205	253	391
27	244°	102	293°	259	325°	176	83°	194	207	335
28	262°	153	331°	231	358°	157	101°	89	196	288
29	216°	196	242°	277	277°	181	39°	232	264	343
30	214°	119	266°	283	301°	192	37°	278	279	366

Номер варіанта	Координати точки А, м		Координати точки В, м	
	Х	У	Х	У
1	5 678 239	6 314 541	5 678 941	6 314 019
2	6 352 106	14 571 656	6 352 879	14 571 128
3	4 293 673	22 753 962	4 293 260	22 753 237
4	8 418 582	30 429 874	8 418 034	30 429 343
5	7 035 321	7 650 132	7 035 725	7 650 861
6	4 521 217	11 342 203	4 521 862	11 342 952
7	6 794 893	31 539 327	6 794 256	31 539 670
8	5 129 764	23 691 418	5 129 147	23 691 986
9	8 638 439	8 436 049	8 638 993	8 436 795
10	7 277 954	15 645 951	7 277 329	15 645 148
11	6 540 871	13 578 234	6 540 438	13 578 964
12	4 782 137	24 727 863	4 782 745	24 727 309
13	5 434 065	9 350 315	5 434 673	9 350 784
14	8 213 243	10 477 142	8 213 784	10 477 893
15	7 391 324	27 568 154	7 391 862	27 568 672
16	5 678 941	6 314 751	5 678 239	6 314 019
17	6 352 879	14 571 698	6 352 106	14 571 128
18	4 293 260	22 753 772	4 293 673	22 753 237
19	8 418 034	30 429 834	8 418 582	30 429 343
20	7 035 725	7 650 032	7 035 321	7 650 861
21	4 521 862	11 342 243	4 521 217	11 342 952
22	6 794 256	31 539 227	6 794 893	31 539 670
23	5 129 147	23 691 318	5 129 764	23 691 986
24	8 638 993	8 436 095	8 638 439	8 436 795
25	7 277 329	15 645 851	7 277 954	15 645 148
26	6 540 438	13 578 334	6 540 871	13 578 964
27	4 782 745	24 727 963	4 782 137	24 727 309
28	5 434 673	9 350 215	5 434 065	9 350 784
29	8 213 784	10 477 242	8 213 243	10 477 893
30	7 391 862	27 568 154	7 391 324	27 568 792

Номер варіанта	Позначення закладення	Кінці лінії рівного схилу	Масштаб карти	Переріз рельєфу, м	Номер варіанта	Позначення закладення	Кінці лінії рівного схилу	Масштаб карти	Переріз рельєфу, м
1	1-20	<i>ab</i>	1 : 5 000	2	16	11-12	<i>mn</i>	1 : 10 000	5
2	3-40	<i>de</i>	1 : 5 000	2	17	13-14	<i>jz</i>	1 : 10 000	5
3	5-60	<i>fg</i>	1 : 5 000	2	18	15-16	<i>uv</i>	1 : 10 000	5
4	7-80	<i>hi</i>	1 : 5 000	2	19	17-18	<i>rq</i>	1 : 10 000	5
5	9-10	<i>kl</i>	1 : 5 000	2	20	19-20	<i>op</i>	1 : 10 000	5
6	11- 12	<i>mn</i>	1 : 5 000	2	21	1-20	<i>ab</i>	1 : 25 000	10
7	13- 14	<i>jz</i>	1 : 5 000	2	22	3-40	<i>de</i>	1 : 25 000	10
8	15- 16	<i>uv</i>	1 : 5 000	2	23	5-60	<i>fg</i>	1 : 25 000	10
9	17- 18	<i>rq</i>	1 : 5 000	2	24	7-80	<i>hi</i>	1 : 25 000	10
10	19- 20	<i>op</i>	1 : 5 000	2	25	9-10	<i>kl</i>	1 : 25 000	10
11	1-20	<i>ab</i>	1 : 10 000	5	26	11-12	<i>mn</i>	1 : 25 000	10
12	3-40	<i>de</i>	1 : 10 000	5	27	13-14	<i>jz</i>	1 : 25 000	10
13	5-60	<i>fg</i>	1 : 10 000	5	28	15-16	<i>uv</i>	1 : 25 000	10
14	7-80	<i>hi</i>	1 : 10 000	5	29	17-18	<i>rq</i>	1 : 25 000	10
15	9-10	<i>kl</i>	1 : 10 000	5	30	19-20	<i>op</i>	1 : 25 000	10

Номер варіанта	Переріз рельєфу, м	Назва лінії	Позначки точок		Номер варіанта	Переріз рельєфу, м	Назва лінії	Позначки точок	
			першої	другої				першої	другої
1	1	<i>AB</i>	308,4	306,7	16	5	<i>AD</i>	342,7	327,2
2	1	<i>BC</i>	306,7	308,6	17	5	<i>AC</i>	342,7	343,6
3	1	<i>CD</i>	308,6	305,2	18	5	<i>BD</i>	331,9	327,2
4	1	<i>AD</i>	308,4	305,2	19	10	<i>AB</i>	384,3	365,4
5	1	<i>AC</i>	308,4	308,6	20	10	<i>BC</i>	365,3	386,8
6	1	<i>BD</i>	306,7	305,2	21	10	<i>CD</i>	386,8	352,3
7	2	<i>AB</i>	317,1	312,8	22	10	<i>AD</i>	384,3	352,3
8	2	<i>BC</i>	312,8	316,9	23	10	<i>AC</i>	384,3	386,8
9	2	<i>CD</i>	316,9	310,5	24	10	<i>BD</i>	365,3	352,3
10	2	<i>AD</i>	317,1	310,5	25	20	<i>AB</i>	469,1	431,5
11	2	<i>AC</i>	317,1	316,9	26	20	<i>BC</i>	431,5	473,5
12	2	<i>BD</i>	312,8	310,5	27	20	<i>CD</i>	473,5	410,9
13	5	<i>AB</i>	342,7	331,9	28	20	<i>AD</i>	469,1	410,9
14	5	<i>BC</i>	331,9	343,6	29	20	<i>AC</i>	469,1	473,5
15	5	<i>CD</i>	343,6	327,8	30	20	<i>BD</i>	431,5	410,9

Додаток 10.

Номер варіанта	Номенклатура	Номер варіанта	Номенклатура	Номер варіанта	Номенклатура
1	I-38-12-A-Г	11	N-52-113-B-Г	21	L-38-73-B-B
2	K-37-24-B-B	12	O-36-124-A-B	22	M-42-82-A-Г
3	L-40-33-B-б	13	J-39-135-Г-a	23	N-36-91-B-a
4	M-53-45-Г-a	14	K-41-143-B-б	24	O-51-100-Г-б
5	N-45-56-A-Г	15	L-35-10-A-Г	25	I-42-42-B-Г
6	O-34-67-B-б	16	M-36-28-B-a	26	K-38-123-A-B
7	J-40-78-B-Г	17	N-37-37-Г-B	27	L-36-132-Г-a
8	K-42-89-A-B	18	O-45-46-B-б	28	M-38-141-B-б
9	L-37-91-Г-a	19	I-41-55-B-б	29	N-44-06-B-B
10	M-44-102-B-Г	20	K-43-64-Г-a	30	O-41-32-A-Г

Додаток 11.

Номер варіанта	Номенклатура	Номер варіанта	Номенклатура	Номер варіанта	Номенклатура
1	Q-40-144	11	N-40-12	21	M-40-144
2	K-37-1	12	M-37-1	22	Q-36-12
3	N-44-12	13	Q-44-144	23	L-44-133
4	P-49-133	14	R-49-133	24	R-49-1
5	M-35-12	15	P-5-12	25	N-53-144
6	O-41-1	16	N-41-133	26	L-41-133
7	M-37-133	17	Q-36-144	27	P-36-12
8	P-44-144	18	M-45-12	28	L-45-1
9	N-48-12	19	P-49-1	29	N-48-144
10	R-54-133	20	L-53-12	30	P-54-133

Додаток 12.

Номер варіанта	$B_{Пд}$	$B_{Пн}$	L_{3x}	L_{Cx}	Номер варіанта	$B_{Пд}$	$B_{Пн}$	L_{3x}	L_{Cx}
1	51°40'	51°50'	30°00'	30°15'	16	55°50'	56°00'	33°00'	33°15'
2	50°20	50°30	41°30	41°45	17	54°00	54°10	40°00	40°15
3	50°30	50°40	54°30	54°45	18	54°10	54°20	52°15	52°30
4	59°50	60°00	35°15	35°30	19	58°10	58°20	44°30	44°45
5	61°50	62°00	42°30	42°45	20	57°40	57°50	50°45	51°00
6	49°20	49°30	55°15	55°30	21	49°30	49°40	43°15	43°30
7	55°10	55°20	30°30	30°45	22	53°10	53°20	42°00	42°15
8	57°10	57°20	45°30	45°45	23	60°40	60°50	42°30	42°45
9	59°00	59°10	34°00	34°15	24	48°20	48°30	41°30	41°45
10	63°10	63°20	35°30	35°45	25	52°10	52°20	54°15	54°30
11	54°40	54°50	34°15	34°30	26	60°40	60°50	53°45	54°00
12	48°20	48°30	53°15	53°30	27	51°20	51°30	34°45	35°00
13	53°00	53°30	53°30	53°45	28	57°50	57°00	51°15	51°30
14	61°40	61°50	55°00	55°15	29	63°30	63°40	33°30	33°45
15	52°30	52°40	44°00	44°15	30	50°50	51°00	31°15	31°30

Додаток 13.

Номер варіанта	Координати точки		Номер варіанта	Координати точки		Номер варіанта	Координати точки	
	B	L		B	L		B	L
1	42°05'	44°46'	11	53°42'	28°41'	21	47°31'	28°42'
2	50°53	30°21	12	72°37	33°12	22	58°25	130°34
3	59°38	30°42	13	38°56	58°39	23	52°19	107°51
4	55°41	37°14	14	54°08	159°23	24	49°52	73°29
5	41°37	70°08	15	63°15	127°09	25	38°43	69°06
6	51°14	80°53	16	45°11	67°44	26	58°07	109°13
7	54°58	83°27	17	68°42	107°51	27	51°14	143°35
8	56°39	84°45	18	50°24	62°38	28	47°26	74°58
9	48°43	36°29	19	62°03	51°27	29	54°48	76°21
10	43°19	74°56	20	53°31	106°16	30	66°35	67°47

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Глушенкова Ірина Сергіївна

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І ЗАВДАННЯ

до самостійної роботи та лабораторних і розрахунково-графічних робіт
з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ».

Модуль 1 «ГЕОДЕЗИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ»

(для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання напряму
підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»)

Редактор *М. З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

План 2009, 704-М

Підп. до друку 04.11.2009	Формат 60×84 1/16	Ум. друк. арк. 0,7
Друк на ризографі.	Тираж 50 пр.	Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК № 731 від 19.12.2001